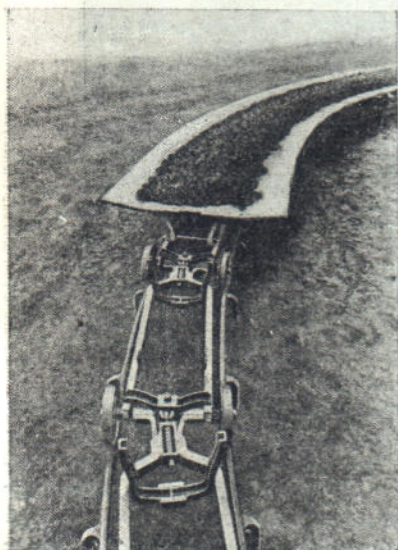
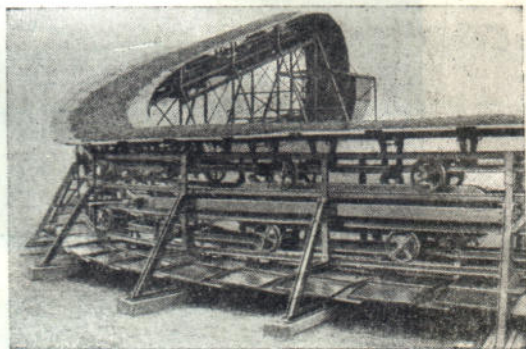
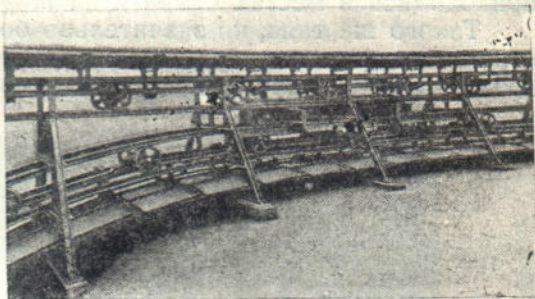


Количество моторных тележек определяется длиной конвейера и профилем рельсового пути. Конвейерная лента может быть выполнена замкнутой или с разрывом (фиг. 199). В последнем случае конвейер можно передвигать по стрелкам с одних путей на другие.

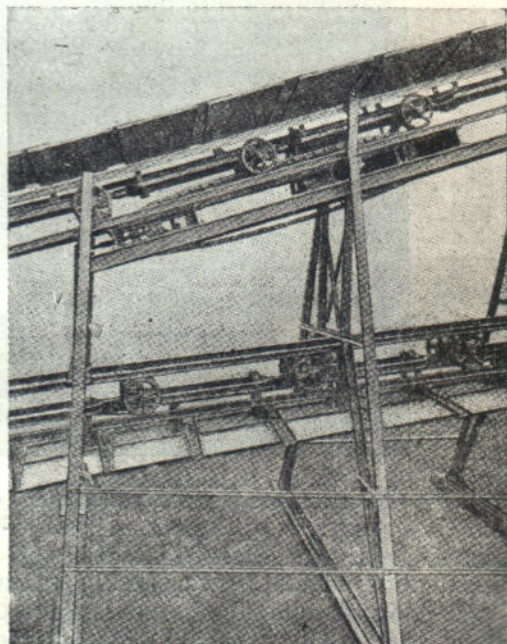
Конвейер с плоскими пластинами разгружается ножевым сбрасывателем. Два случая применения сбрасывателя—двустороннего для мелкокускового материала и одностороннего для крупных камней—показаны на фиг. 200.

Подвод тока производится по троллейному проводу. При этом все моторы приводных тележек соединены между собой протянутым по конвейеру проводом, так что от контакта где-либо в одном пункте происходит одновременное питание всех моторов. Это дает возможность монтировать отрезки троллейного провода в наиболее безопасном и защищенном месте пути, уложенном на длительный срок.

Одно из достоинств описанной системы—легкость переноса путей по мере продвижения обслуживаемых конвейером рабочих участков, а также отсутствие



Фиг. 201. Тележка бесце ной конвейерной ленты (Weserhütte).



Фиг. 202. Участки конвейера с приводной цепью (Weserhütte).

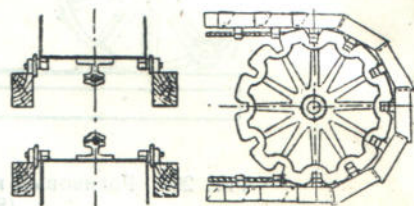
напряженности в работе, как при применении откатки в вагонетках для перемещения больших количеств груза. Если транспортная установка имеет более стационарный характер и относительно продолжительное

время не переносится с места на место, то могут быть применены примерно такой же системы конвейеры, но отличающиеся стационарным приводом и проводниками, установленными на раме, монтируемой непосредственно на почве или на поддерживающих козелках (фиг. 201 и 202 ср. с фиг. 79 и 80). Тяговая сила в этом случае передается в одном или нескольких пунктах приводной цепью (гусеничный или „кaterпиллерный“ тип привода).

9. КАНАТНЫЕ ПЛАСТИНЧАТЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Как уже отмечалось, канаты в качестве тягового элемента на транспортерах имеют ряд существенных преимуществ перед цепями: они значительно дешевле, в несколько раз легче, не имеют изнашиваемых и требующих смазки сочленений, дают плавный ход и отличаются высокой надежностью. Сравнительные недостатки их — конструктивные трудности передачи тяговой силы зацеплением, а в случае передачи трением — повышенное натяжение каната для создания достаточной сцепной силы, трудности и меньшая точность укрепления рабочих органов транспортера и, в особенности, сильная вытягиваемость каната под действием растягивающих сил.

На приводе и на поворотных пунктах канаты огибают гладкие желобчатые блоки. Для пропуска деталей укрепления рабочих элементов, (обычно — зажимов) на поверхности блоков устраиваются соответственные выемки или гнезда (фиг. 203). Однако с течением времени шаг на канате увеличивается и для попадания зажимов в гнезда требуется перестановка рабочих элементов на канате.



Фиг. 203. Пластинчатый транспортер с тяговым канатом.

Средством, смягчающим влияние удлинения каната, служит повышение запаса прочности (например, до 10—12 и больше) и применение канатов со стальными сердечниками. Еще одно средство — оставление возможно широких гнезд, в которые зажимы ложатся с зазором, или же применение гладких блоков без гнезд, по которым зажимы проходят, прижимаясь к ободу. Недостаток этого способа — в быстром нарушении прочности каната от износа проволок у зажимов. Для увеличения долговечности каната в некоторых конструкциях принимается блок возможно большего диаметра, зажим плоской конструкции и вместо одного ставится несколько более тонких канатов.

Вместо того и другого найден способ такого укрепления рабочих элементов, при котором они присоединены к канату на прямолинейных участках и отключаются на закруглениях, так что канат свободно огибает гладкий блок, не имеющий гнезд.

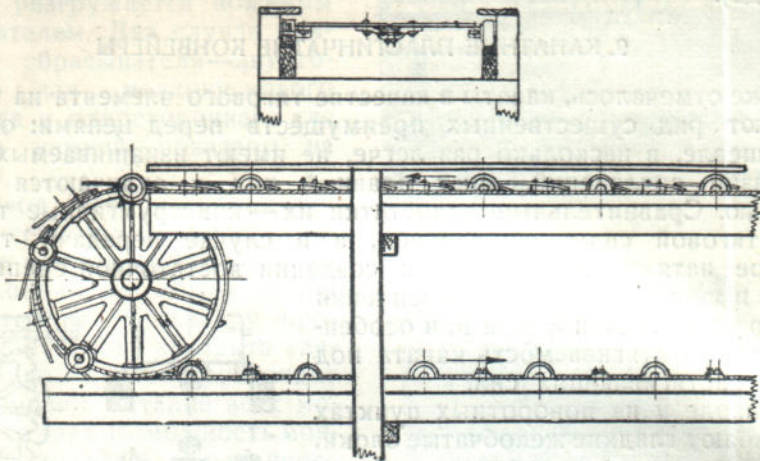
Рассмотрим примеры конструкций канатных пластинчатых конвейеров с присоединением по обоим этим принципиально отличающимся способам.

Пример транспортера, на котором пластины укреплены на зажимах к четырем тонким канатикам, показан на фиг. 204. Пластины перекрывают одна другую и на прямой, и на изгибе. Каждая вторая пластина поддерживается двумя ходовыми роликами. Приводной блок конвейера снабжен выступающими зубцами, захватывающими за зажимы для уменьшения потребного натяжения каната. Такие конвейеры применяются для малой нагрузки и нетяжелых условий работы, например, для дерева на бумажных фабриках.¹ Вместо цельных продольных канатов, французская фирма Société Anonyme de la Chaîne Câblée изготовляет так называемые „канатные цепи“, состоящие из отдельных, соединяемых между собою

¹ Zimmer, The mechanical handling, стр. 101.

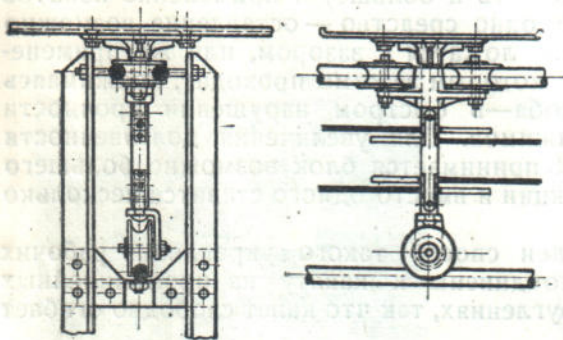
на поперечных осях, отрезков каната. Круговой пластинчатый транспортер с канатной цепью, движущийся в горизонтальной плоскости, представлен на фиг. 205.¹

Каждая пластина опирается на вертикальный стержень, несущий три ролика — один нижний, ходовой и два боковых направляющих. И тот и другие катятся по стальным проводникам круглого сечения.



Фиг. 204. Роликовый конвейер легкого типа с канатной тягой (Steel Cabel Eng. Co).

Общий вид канатной цепи и ее детали, а также форма блока видны на фиг. 206. Цепь собирается из отрезков канатов, оба конца которых залиты в стальных стаканах, и из стальных осей, в боковые прорезы которых вставляются с обеих сторон и закрепляются от выпадания шплинтами пазы стаканов. При огибании блоков эти оси ложатся в широкие гнезда. Преимущество такой системы тягового элемента перед цепями — плавный ход и отсутствие шарниров, но система эта не лишена сложности в изготовлении и не дает поэтому выигрыша в стоимости.

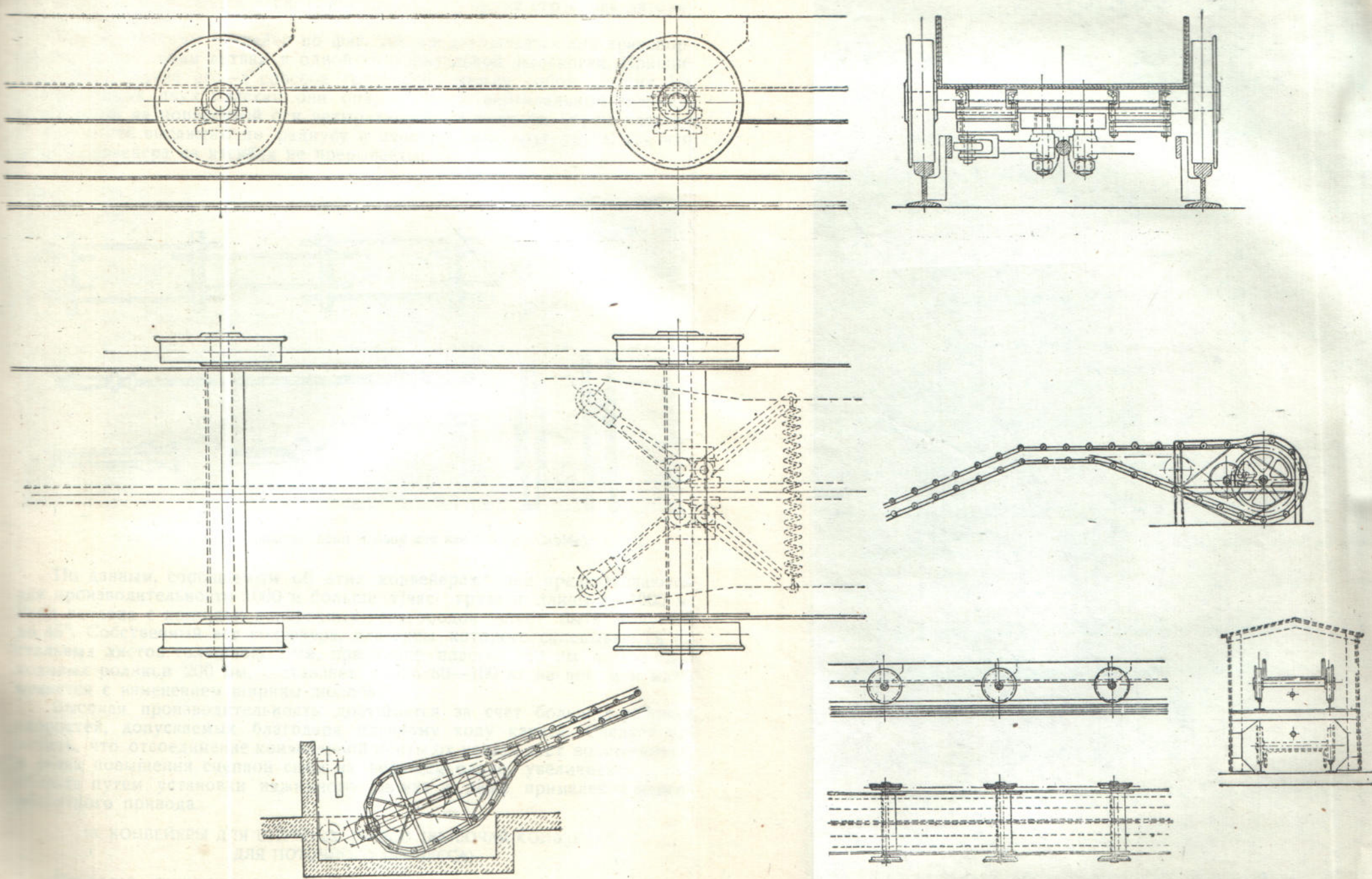


Фиг. 205. Горизонтальнозамкнутый канатный конвейер (Chaîne Cablée).

Совершенно иную систему канатного пластинчатого конвейера дают конструкции германской фирмы Schenck & Liebenkorf, принципиальные схемы которых (без соблюдения конструктивных соотношений) представлены на фиг. 207 и 208. На первой из них дана схема желобчатого конвейера с прямой и обратной ветвью в одной вертикальной плоскости. Пластины с одной стороны укреплены шарнирно на оси ходовых роликов, а с другой свободно лежат на соседней пластине. Оси роликов соединяются между собой двумя тонкими продольными полосами из пружинной стали. Эти полосы сообщают конвейеру жесткость в поперечном направлении, но не несут никакой продольной нагрузки. Для передачи тягового усилия служит протянутый centrally под пластинами проволочный канат, к которому отдельные пластины присоединяются с помощью зажимов, затягиваемых легкими спиральными пружинами. На участке перед головным и хвостовым блоками ролики на концах рычагов, соединенных

чато конвейера с прямой и обратной ветвью в одной вертикальной плоскости. Пластины с одной стороны укреплены шарнирно на оси ходовых роликов, а с другой свободно лежат на соседней пластине. Оси роликов соединяются между собой двумя тонкими продольными полосами из пружинной стали. Эти полосы сообщают конвейеру жесткость в поперечном направлении, но не несут никакой продольной нагрузки. Для передачи тягового усилия служит протянутый centrally под пластинами проволочный канат, к которому отдельные пластины присоединяются с помощью зажимов, затягиваемых легкими спиральными пружинами. На участке перед головным и хвостовым блоками ролики на концах рычагов, соединенных

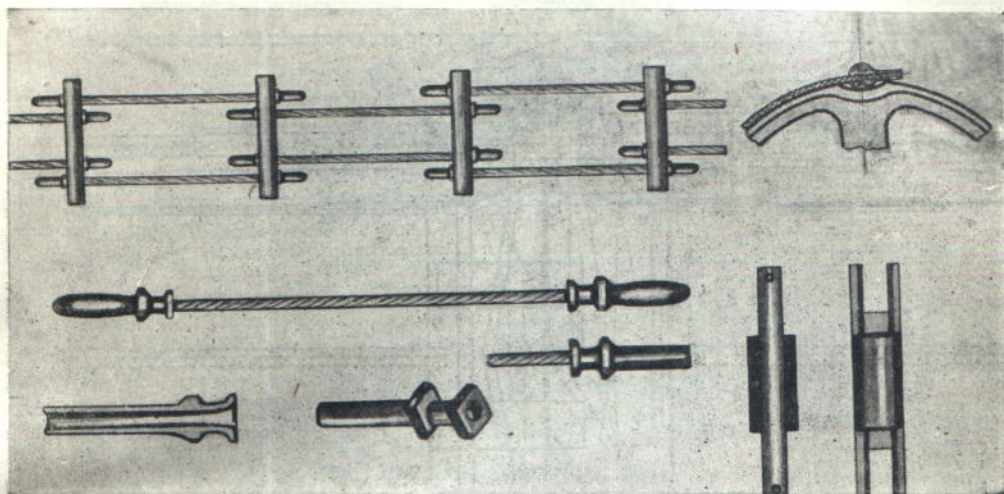
¹ Проф. П. С. Козьмин, Элеваторы, транспортеры и конвейеры, 1932.



Фиг. 207. Канатный конвейер для перемещения по горизонтали и по наклону (Schenk und Liebe-Harkort).

со щеками зажимов, входят на нажимные шины, рычаги сближаются и, преодолевая сопротивление пружины, выключают зажим. Освобожденный канат огибает блоки и на прямолинейном участке его снова автоматически захватывает зажим.

Той же системы конвейер по фиг. 208 предназначается для транспортирования по обеим ветвям в одной горизонтальной плоскости. Принципиальное отличие его—в способе соединения между собой пластин. На стыке каждой двух пластин они опираются на вертикальный шарнир, насаженный на поперечной оси четырехколесной тележки. Борты пластин в этом месте высажены по радиусу и перекрывают друг друга, так что жолоб конвейера на изгибах не прерывается.



Фиг. 206. Деталь канатной цепи и блок для нее (Chaîne Cablée).

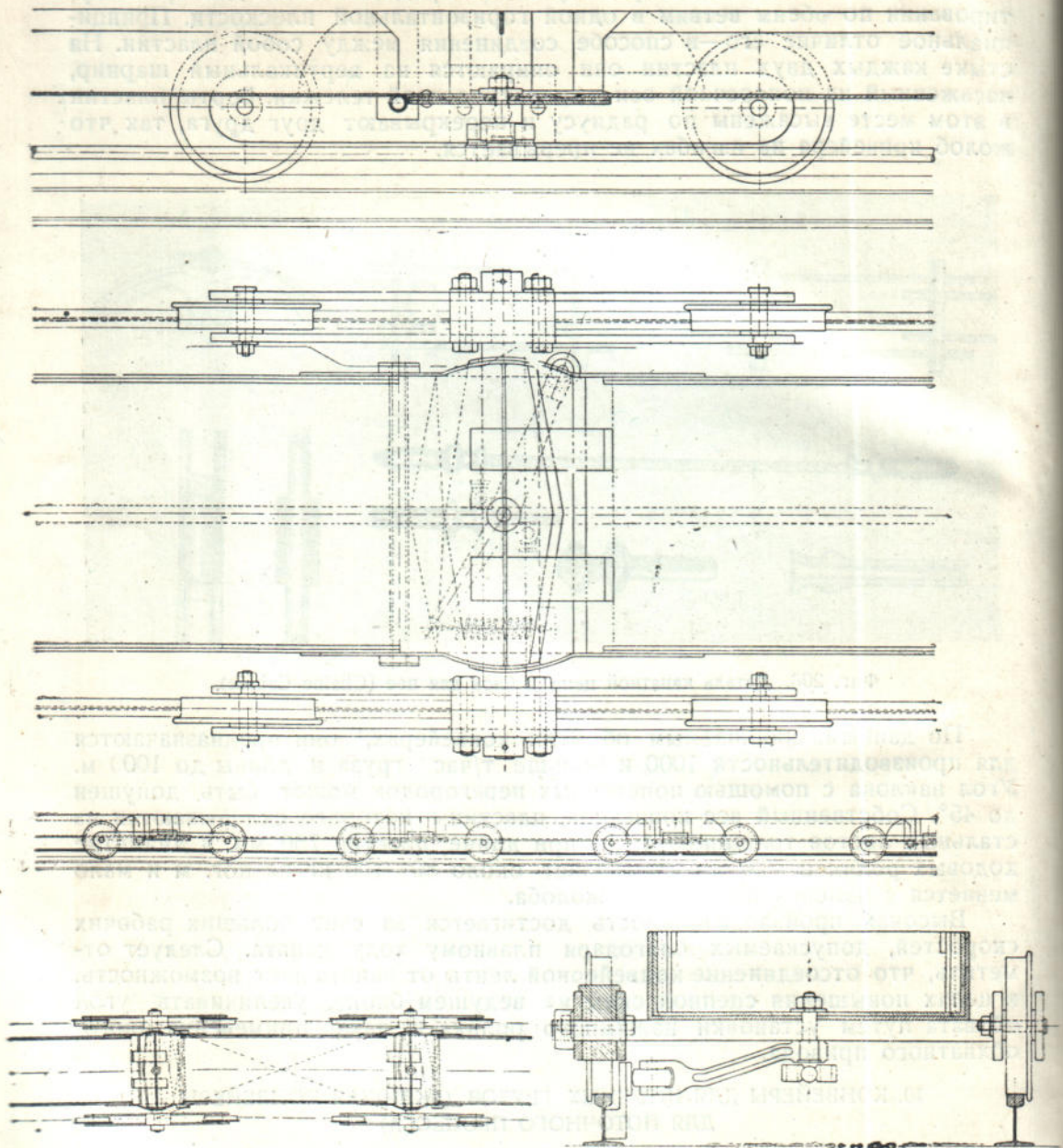
По данным, сообщаемым об этих конвейерах,¹ они предназначаются для производительности 1000 и больше т/час груза и длины до 1000 м. Угол наклона с помощью поперечных перегородок может быть допущен до 45°. Собственный вес конвейера, пластины которого склепываются из стальных листов толщиной 4 мм, при длине пластин 750 мм и диаметре ходовых роликов 200 мм, составляет около 80—100 кг на пог. м и мало меняется с изменением ширины жолоба.

Высокая производительность достигается за счет больших рабочих скоростей, допускаемых благодаря плавному ходу каната. Следует отметить, что отсоединение конвейерной ленты от каната дает возможность, в целях повышения сцепной силы на ведущем блоке, увеличивать угол обхвата путем установки нажимного ролика и даже применения многообхватного привода.

10. КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ (ВКЛЮЧАЯ КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ПОТОЧНОГО ПРОЦЕССА)

Наиболее типичные случаи применения конвейеров для штучных грузов дают примеры пользования ими в механических, сборочных и литейных мастерских в качестве вспомогательных транспортных агрегатов, на которых изделия в определенной последовательности проходят соответственные технологические и сборочные процессы. Кроме того, такие конвейеры применяются на больших складах, пристанях, товарных станциях и пр.

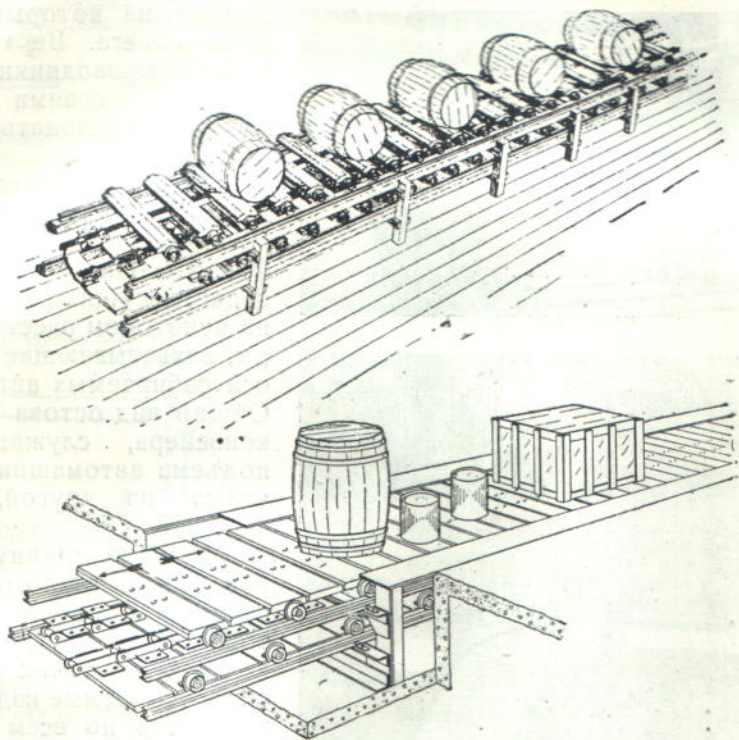
¹ „Braunkohle“, 1930, № 30, стр. 673.



Фиг. 208, Горизонтальнозамкнутый канатный конвейер (Schenk & Liebe - Harkort).

За исключением специальных случаев, пластины на этих конвейерах делаются без бортов, образуя при небольших зазорах или при отсутствии зазоров сплошную конвейерную ленту (фиг. 209), либо выполняются в виде отдельных платформочек, на каждой из которых устанавливается изд лие или транспортируемый предмет.

В первом случае по обе стороны от полотна конвейера заподлицо с ним устанавливаются проводники, обычно из полос или угольников, облегчающие промежуточную загрузку и разгрузку конвейера, выполняемую вручную или с помощью ножевых разгрузателей (фиг. 210).



Фиг. 209. Перспективный вид конвейеров для штучных грузов (Stephens-Adamson и Chain Belt).

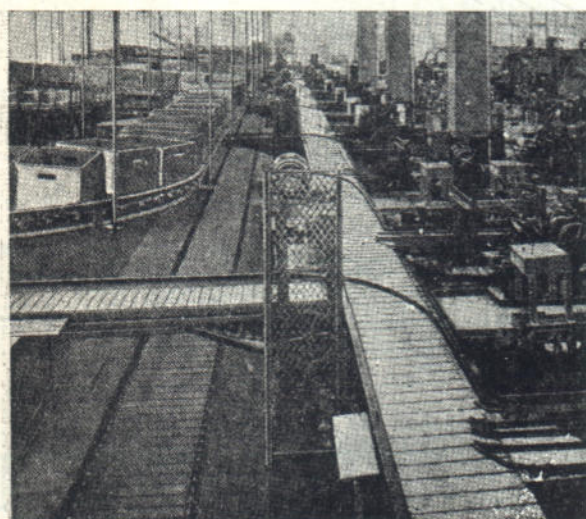
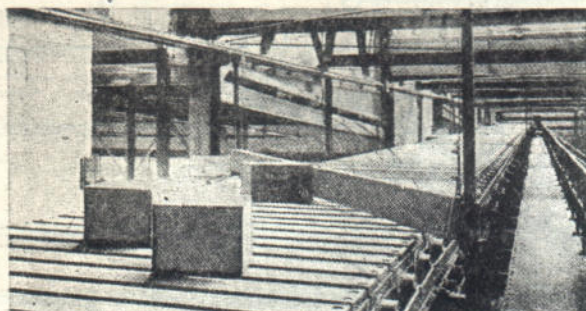
Конвейерная лента, как и на транспортерах для насыпных грузов, движется либо на ходовых роликах, либо на стационарных, либо (значительно реже) на ползунах. Последний тип конвейера, применяемого в литейных для заформовки, сборки и заливки опок, представлен на фиг. 211.¹ Конвейер состоит из отдельных литых платформочек, скользящих на верхней и нижней ветви по рельсам и скрепленных одной центрально-расположенной тяговой цепью. Повышенное сопротивление на конвейере, при небольшой его длине и нетяжелых опоках, искупается конструктивной простотой механической части и облегченным уходом за конвейером.

Пример конвейеров для штучных грузов, движущихся на ходовых роликах, с деревянными и стальными пластинами дан на фиг. 212 и 213. В первом случае конвейер предназначен для работы без промежуточной загрузки и разгрузки и снабжен на рабочей ветви предохранительными бортами, причем ходовые ролики оставлены незащищенными. Во втором случае—при загрузке и разгрузке по длине — ходовые ролики перекрыты продольными угольниками или расположены над пластинами. Нижняя ветвь в последнем случае поддерживается стационарными роликами большего диаметра.

¹ Н. Н. Рубцов, Механизация литейного дела, 1931.

На фиг. 214¹ представлен конвейер тяжелого типа, применяемый в литейных и сборочных для сборки автомобильных кузовов, земледельческих орудий и пр. Конвейер имеет гладкую поверхность стола (Wandertisch) и служит продолжением рольганга. В окаймляющих его боковых проводниках устроены для удобства сборки карманы для инструментов и мелких деталей.

На фиг. 215 показан конвейер легкого типа, служащий для перемещения автомобильных колес. Вместо пластин на осях, соединяющих обе цепи, насажены коноидальные ролики, на которые и опираются колеса. Верхние деревянные проводники с закругленными краями не дают колесам отклоняться в сторону.



Фиг. 210. Автоматическое снятие с конвейера штучных грузов.

лицевой поверхностью вниз, как на обычных конвейерах, — недопустимо.

Такие конвейеры строятся двух типов: с расположением обеих ветвей одна под другой в одной вертикальной плоскости и с расположением их в разных вертикальных плоскостях.

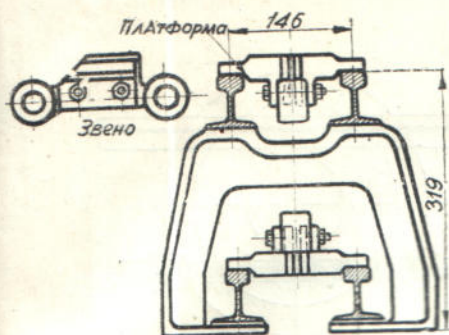
В первом случае конвейерная лента огибает на поворотном пункте горизонтальную ось, причем пластины, благодаря специальной конструкции конвейера, движутся не переворачиваясь, постоянно параллельно самим себе. Цепи имеют, как обычно, горизонтальные шарниры.

Во втором случае конвейерная лента огибает на поворотных пунктах вертикальные оси и очертание конвейера имеет вид плоской замкнутой фигуры (так называемые „круговые“ или „горизонтальнозамкнутые“ конвейеры). В некоторых разновидностях этого типа на отдельных участках конвейерная лента движется по наклонным направляющим, на части длины

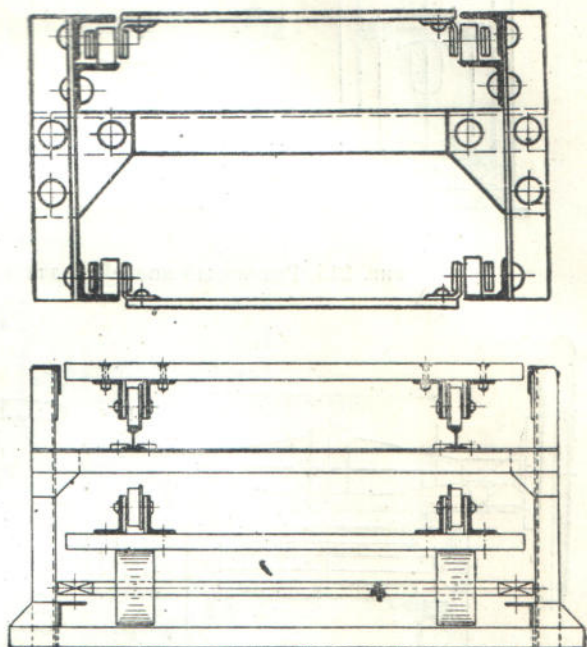
Еще один цепной конвейер, применяемый при сборке автомобилей, представлен на фиг. 216. Он состоит из двух цепей, несущих расставленные на некотором расстоянии упоры, захватывающие за задние оси собираемых автомобилей. Общий вид остова такого же конвейера, служащего для подъема автомашин с одного этажа на другой, дан на фиг. 217.

Особую группу конвейеров для поточного процесса составляют конвейеры, на которых используются обе ветви. На таких установках обрабатываемые изделия перемещаются по всем участкам конвейера, проходя без перегрузки также и поворотные пункты. Поэтому пластины, несущие грузы, должны сохранять на всем пути горизонтальное или же слабонаклонное положение и, понятно, переворачивание их на 180°,

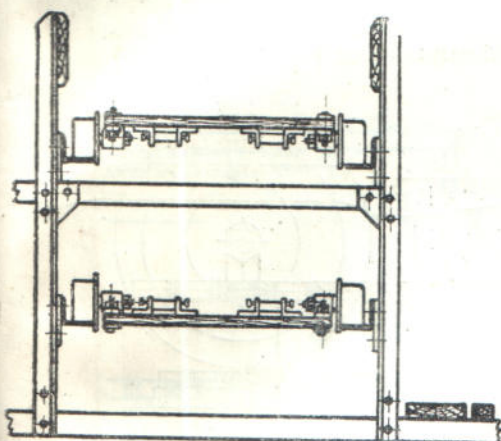
¹ Fleissarbeit, VDI—Verlag, 1926.



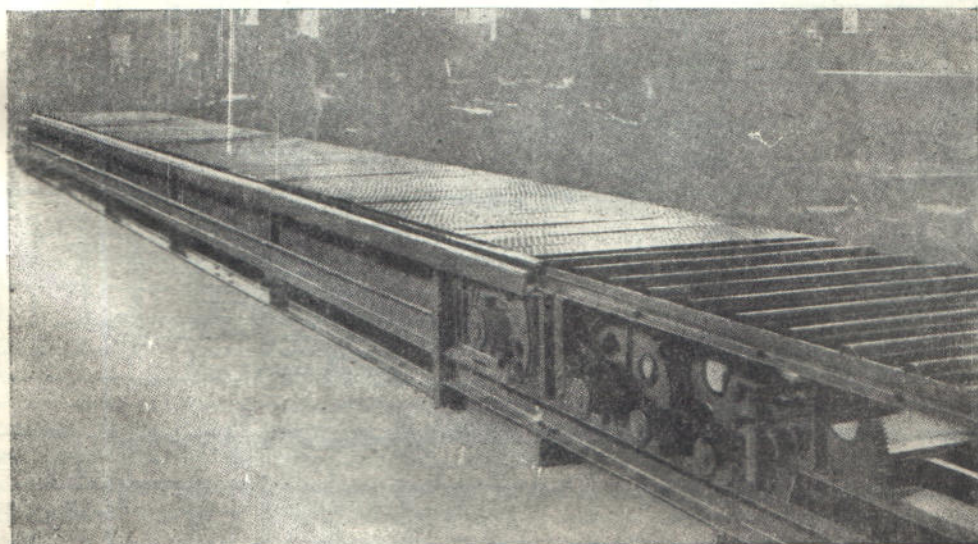
Фиг. 211. Литейный конвейер на ползунах.



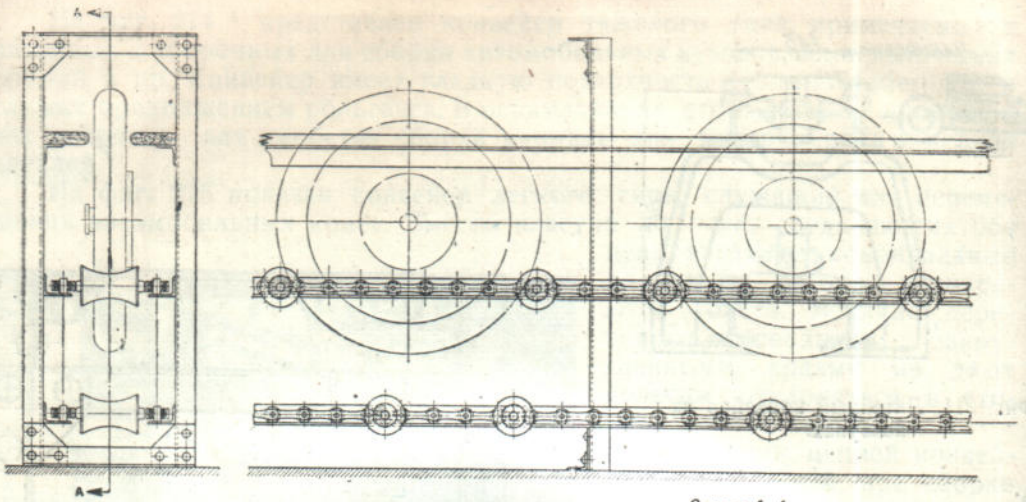
Фиг. 213. Конвейер для штучных грузов со стальными пластинами.



Фиг. 212. Конвейер для штучных грузов с деревянными пластинами.

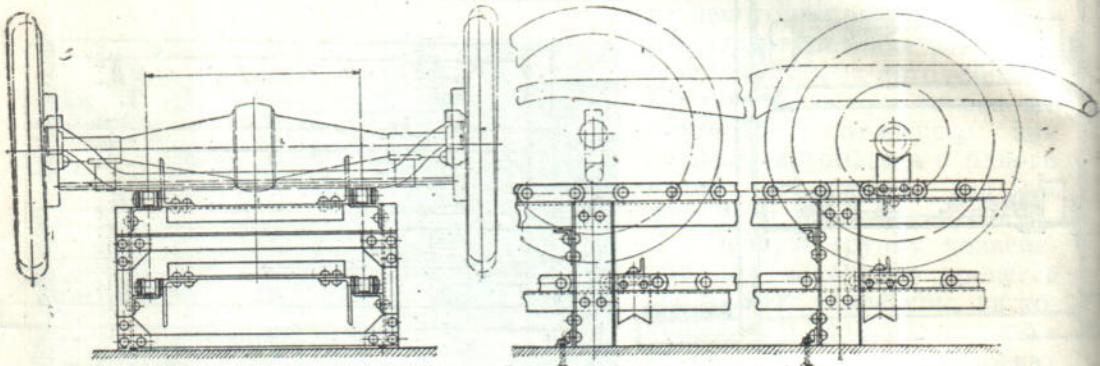


Фиг. 214. „Движущийся стол“ для тяжелых работ (Schepck).

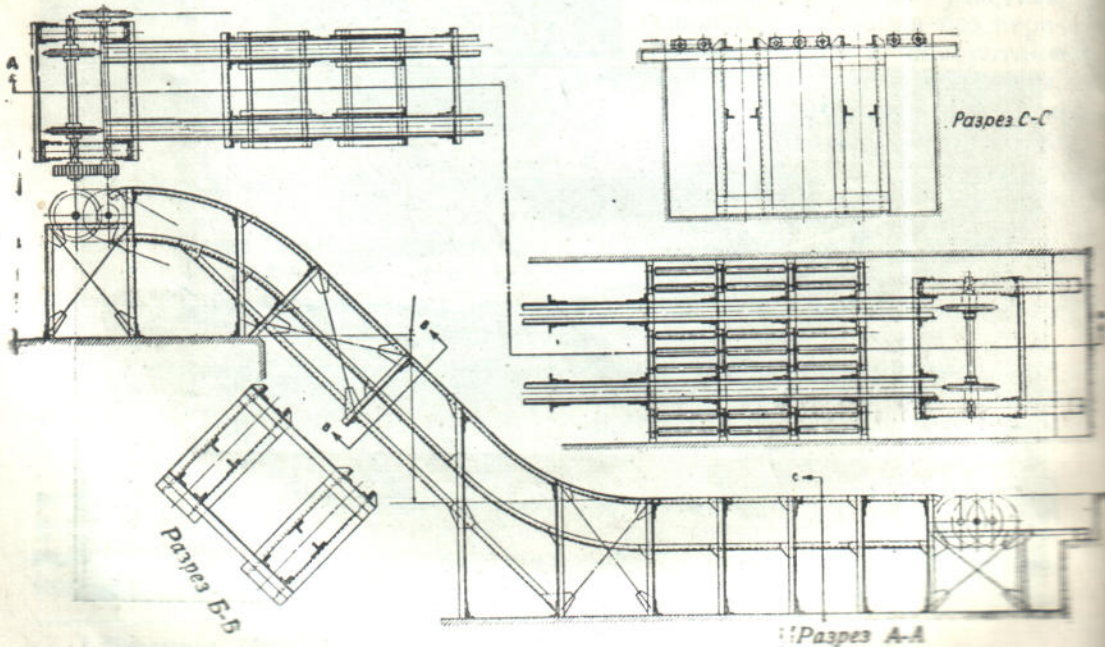


Разрез А-А

Фиг. 215. Роликовый конвейер для автомобильных колес (Chain Belt).



Фиг. 216. Цепной конвейер для сборки автомобилей (Chain Belt).

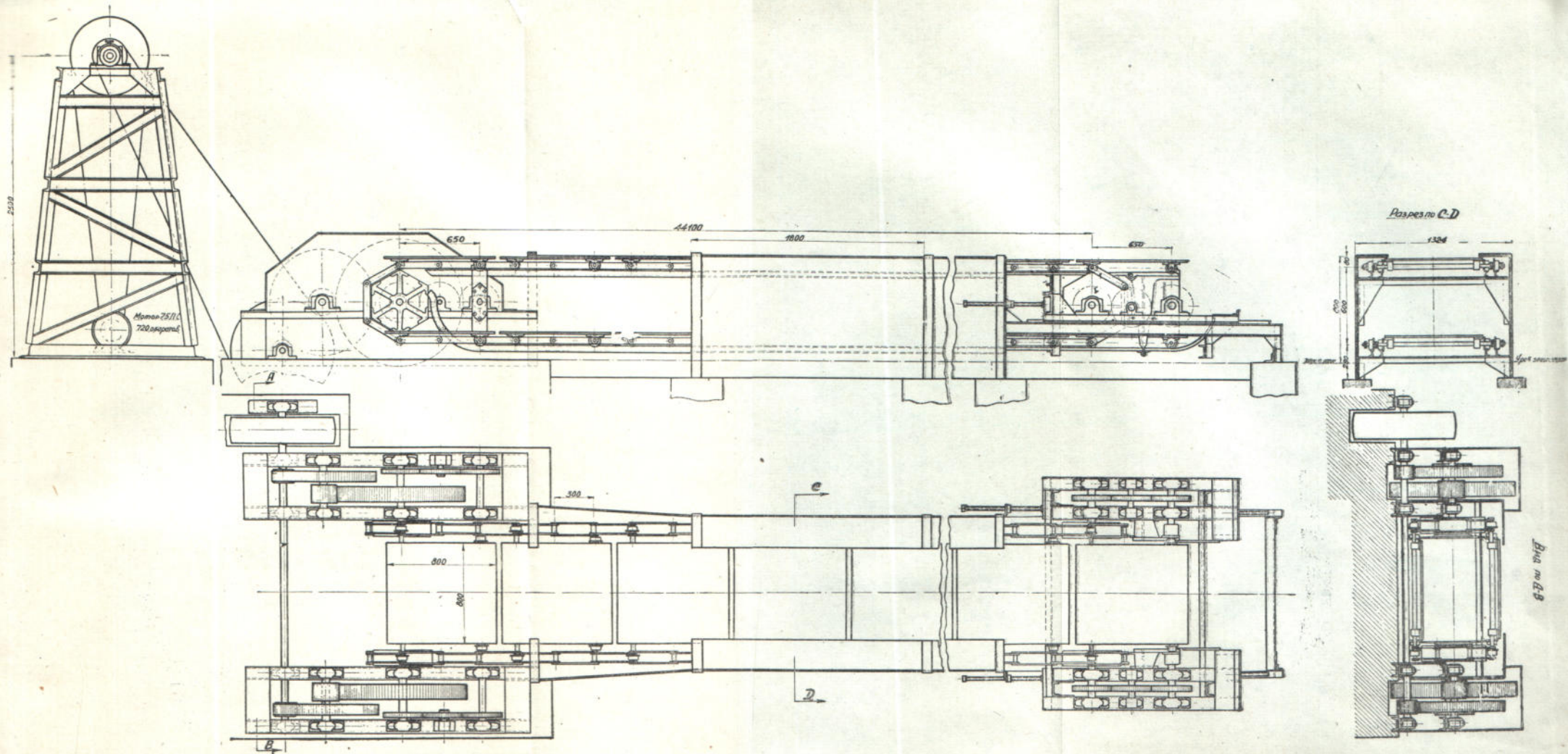


Разрез С-С

Разрез Б-Б

Разрез А-А

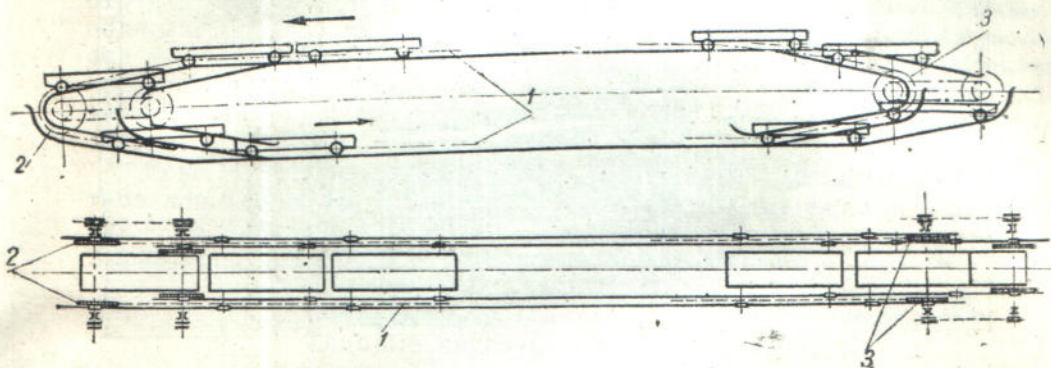
Фиг. 217. Цепной конвейер для подъема автомобилей (Chain Belt).



Фиг. 219. Литейный конвейер по типу Stöhr (Транстехпром).

конвейера две ветви могут двигаться даже в одной вертикальной плоскости в обратном направлении. Цепи конвейеров, образующих плоскую фигуру, имеют только вертикальные шарниры, а конвейеров с попеременными горизонтальными и наклонными участками, т. е. образующих пространственную фигуру, — чередующиеся вертикальные и горизонтальные шарниры.

Конвейеры с двумя горизонтальными прямолинейными ветвями в одной вертикальной плоскости, применяемые в литейных для заливки опок, известны, главным образом, под именем конвейеров Stöhr'a. Идея этого типа конвейеров видна на схеме конвейера инж. А. П. Волкова, изображенной на фиг. 218.¹ Две пластинчатые цепи 1 огибают приводные звездочки 2 и хвостовые 3. Пластины конвейерной ленты выполнены в виде двух осных тележек, расположенных с небольшими щелями одна за другой.



Фиг. 218. Схема конвейера для заливки опок.

Передние ведущие оси (на верхней ветви) соединены с шарнирами цепей; задние, более короткие, проходят свободно и с цепями не связаны. Ролики на передней и задней оси имеют разную колею — передние больше расстояния между цепями и задние — меньше.

На приводной головке ролики попадают на параллельные наклонные участки и затем оси их захватываются зубами двух пар одинаковых звездочек, связанных цепной передачей 1 : 1. По двум нижним наклонным параллельным участкам каретка переходит на нижнюю ветвь, по которой движется свободной осью вперед. Огибание хвостовых звездочек происходит совершенно аналогичным способом.

Таким образом каждая пластина, двигаясь параллельно самой себе, во все время движения сохраняет горизонтальное положение.

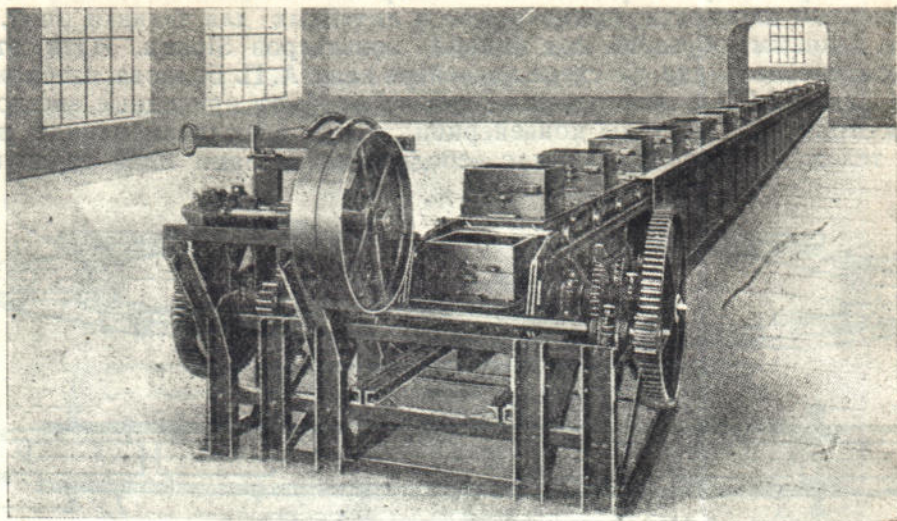
Приводной механизм и передаточный механизм к вспомогательным звездочкам сделаны сдвоенными и расположены по обе стороны станины, так как конструкция обеих головок конвейера не допускает установки сквозных осей.

Общий вид конвейера по типу Stöhr представлен на фиг. 219. Основное отличие его от предыдущей конструкции в том, что: 1) направляющие для роликов сделаны прямолинейными по всей длине и не имеют наклонных участков по концам; 2) передаточным механизмом на параллельные вспомогательные оси на приводной и натяжной головках служат не цепи, а зубчатые колеса, соединяемые для сохранения направления вращения одним паразитным колесом, 3) вместо вторых вспомогательных звездочек на осях заклинены два водила, захватывающие за внутренние ролики каретки, расположенные по длине конвейера на расстоянии трех шагов цепи. В нижней части у обеих головок для роликов свободной оси предусмотрены, кроме того, добавочные круговые направляющие. На приводной

¹ Н. Н. Рубцов, Механизация литейного дела, 1931.

головке эти направляющие заканчиваются откидными языками А для пропуска сквозных ведущих осей кареток (фиг. 220).

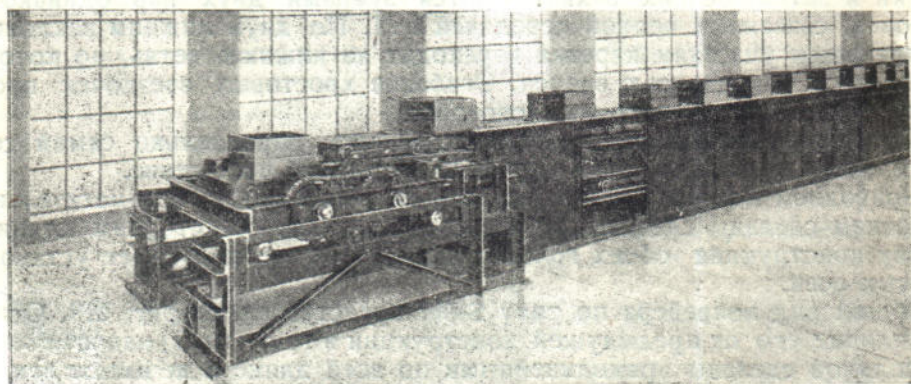
Рабочая скорость на этих конвейерах принимается не свыше 0,05 м/сек. В соответствии с этим передаточное число приводного механизма получается высоким (на рассматриваемом приводе имеются две ременных



Фиг. 221. Приводная часть конвейера Stöhr.

и две зубчатых передачи), а мощность* привода и расход энергии — малы. Так, установочная мощность мотора на тяжелом конвейере с расстоянием между центрами 44,1 м, с двумя нагруженными ветвями составляет всего 7,5 л. с.

Внешний вид приводной и хвостовой головок конвейера Stöhr с передаточной цепью и вспомогательными осями представлен на фиг. 221 и 222.



Фиг. 222. Хвостовая часть конвейера Stöhr.

Расставленные на тележках опоки, залитые чугуном на верхней ветви, охлаждаются, проходя в обратном направлении нижней ветви. При этом нижняя ветвь закрывается с боков и сверху стенками, образующими сплошной коридор. В благоустроенных литейных через коридор происходит отсасывание воздуха, чем достигается вентиляция литейного помещения. Проходящая по коридору струя уносит выделяемые на опокатах пары и тепло и способствует более быстрому их охлаждению.

Опоки с застывшим литьем снимаются в начале верхней ветви конвейера и дальше в ней производится формовка и заливка порожних опок. В некоторых конструкциях, при переходе тележки с нижней ветви на верхнюю, происходит автоматическое сбрасывание с нее охлажденной опоки на решетку, на которой производится выбивание опоки. Для этого каждая тележка, поднимаясь на втяжной головке, становится первоначально в наклонное положение (фиг. 223).

Достигается это тем, что вместо вспомогательной звездочки или водила, как в предыдущих конструкциях, на хвостовой головке конвейера, в плоскости роликов свободной оси кареток, укрепляются шарнирно две наклонных направляющих. В конце обратного хода каретки эти направляющие слегка отклоняются роликами вверх и ролики входят на короткие отрезки неподвижных наклонных проводников, а затем при прямом ходе попадают на шарнирные направляющие. В период, когда ролики свободной оси движутся по этим направляющим, каретка принимает наклонное положение и опока с нее соскальзывает. Конструкция такой хвостовой конвейерной головки представлена на фиг. 224, общий вид конвейера этой системы в литейной дан на фиг. 225.

Союзтранстехпром изготавливает круговые литейные конвейеры этого типа для длины по периметру от 30 до 65 м с тележками трех конструкций — обыкновенными плитами, отводными и с роликами (рольгангами). Характеристика их приведена в таблице 32.

Таблица 32

Типовые круговые литейные конвейеры
Союзтранстехпрома

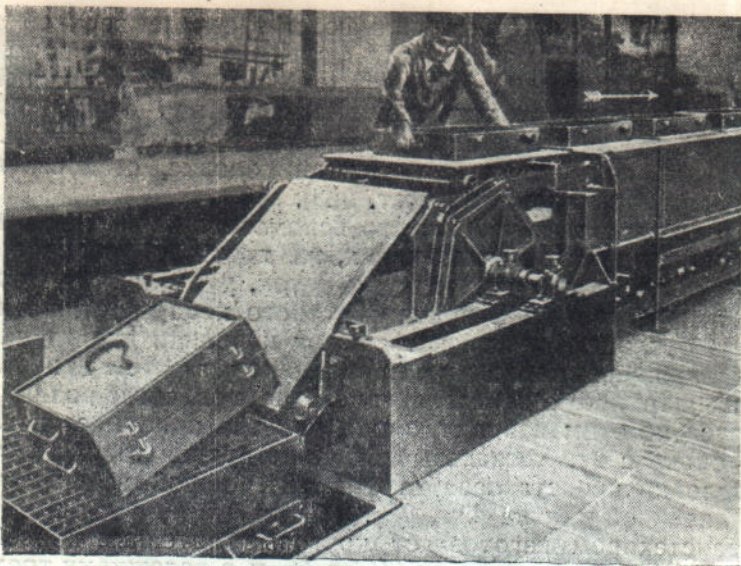
Вес опоки кг	Радиус за- кругления мм	Ширина плиты мм	Длина плиты мм
1 000	1 500	600 и 800	1 200 и 1 400
2 000 — 3 000	3 000	600 и 800	{ 1 200 1 400 1 600
2 000 — 3 000	4 000	600 и 800	{ 1 200 1 400 1 600

Кроме упоминавшихся уже требований, литейные конвейеры должны удовлетворять еще следующим специфическим условиям:

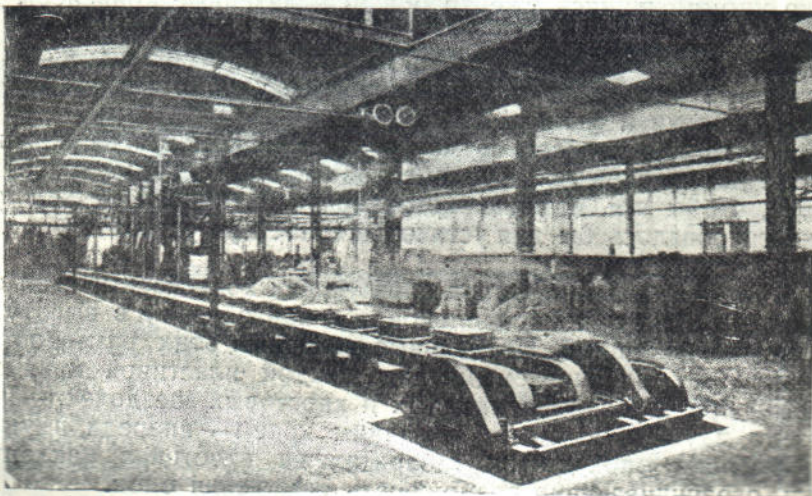
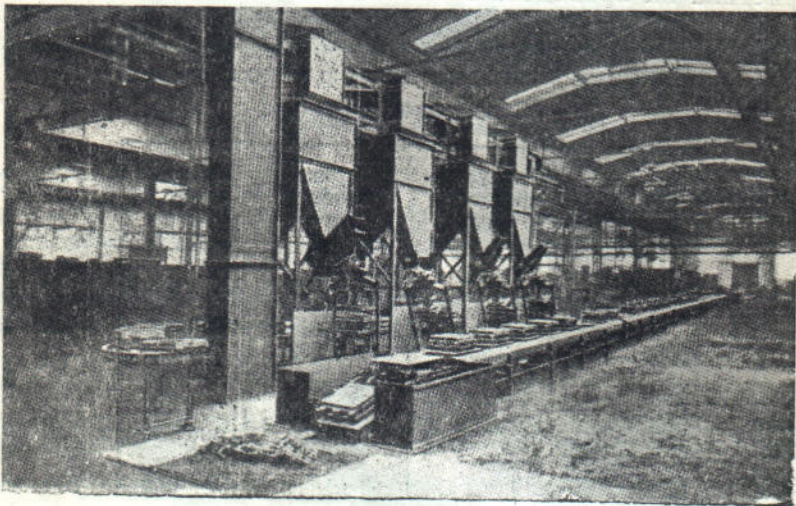
1. Превышение верхней рабочей ветви над уровнем пола должно соответствовать высоте, на которой наиболее удобно выполнять рабочие процессы формовки и заливки опок.

2. При этом для удобства осмотра, ухода и ремонта на нижней ветви, а также для упрощения фундаментов и строительных работ весьма желательно, чтобы вся станина конвейера монтировалась над уровнем пола и не требовалось бы для установки конвейера устройство в литейной траншеи.

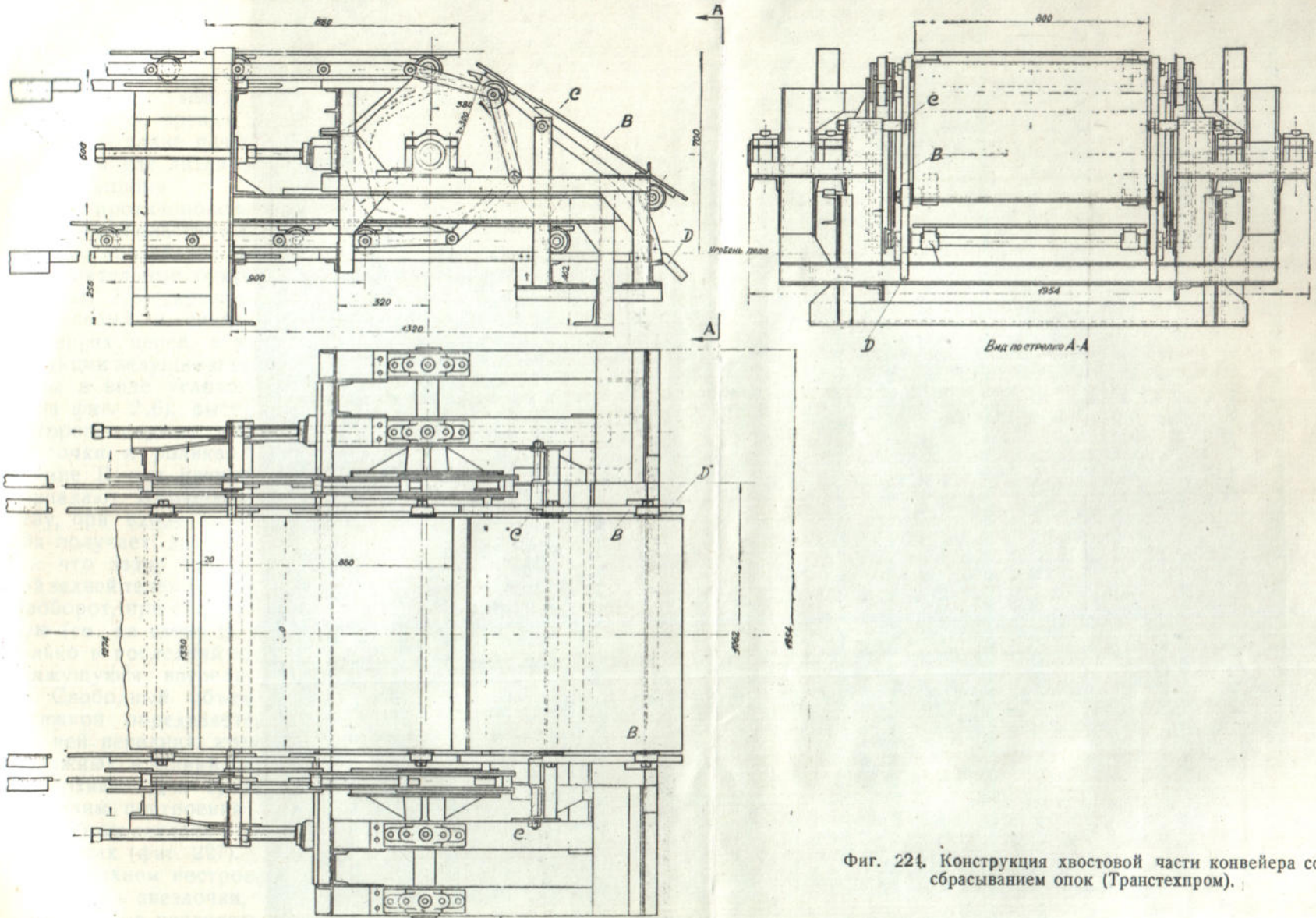
3. Для определенных размеров образующих конвейерный стол пластин, размеры опок в длину (по продольной оси конвейера) и в высоту должны быть возможно большими. Предельные величины этих размеров определяются контурами, очерчиваемыми над каждой пластиной краями смежных пластин при огибании приводных и хвостовых звездочек, — передним краем сзади идущей пластины и задним краем — впереди идущей. Для точной установки опок в этих габаритах на пластинах наклеиваются угольники, ограничивающие возможность сдвижения опок.



Фиг. 223. Натяжная головка с автоматическим сбрасыванием опок (Stöhr).



Фиг. 225. Конвейер со сбрасыванием опок в литейной (Stöhr).



Фиг. 224. Конструкция хвостовой части конвейера со сбрасыванием опок (Транстехпром).

4. Конвейер должен обладать возможно большей плавностью хода. Постоянство скорости, отсутствие толчков и рывков — неперемное условие для избежания осыпания земли в формах или выплесков жидкого чугуна.

5. Весьма желательным требованием, но осуществляющимся не на всех системах литейных конвейеров, является возможность регулировать скорость движения конвейера в зависимости от хода технологического процесса на нем, величины отливаемых предметов, времени, потребного на охлаждение изделий, заданной производительности конвейера и пр.

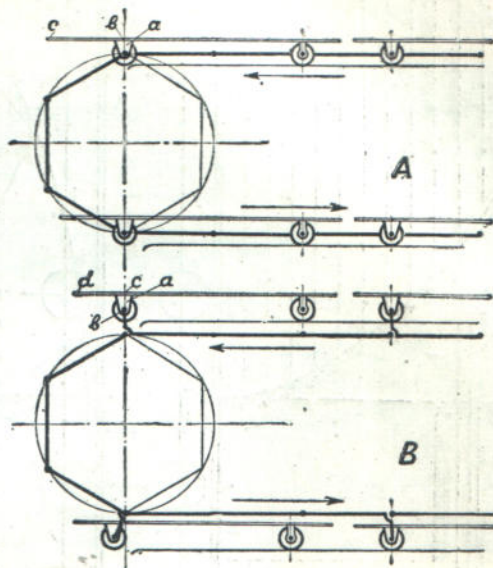
С точки зрения возможности увеличения размеров опок при определенной длине пластин представляет интерес конструкция цепей, разработанная для литейных конвейеров Днепропетровским отделением Союзтрансхпрома.¹

В противоположность способу соединения пластин и цепей, примененному на конвейерах Stöhr, на которых соединительные буксочки *a* (тип А на фиг. 226) укреплены наглухо под пластинами и сидят шарнирно на шарнирах цепей, в упомянутой конструкции ведущие звенья цепей выполнены в виде углового рычага (тип В на фиг. 2.6), выступающий конец которого служит для пропуска оси буксочки и ролика. Таким образом в типе В оси цепных шарниров не совпадают. Благодаря такому устройству, при входе тележки на кривую она получает движения опережения, так что зазор между нею и смежной задней тележкой сразу возрастает. Наоборот, при сходе с кривой на прямую (см. на схеме В, внизу) тележка только в последний момент догоняет движущуюся впереди нее тележку.

Свободный объем над каждой тележкой определяется пересечением траекторий, которые описывают над ней передний край задней тележки при переходе с верхней ветви на нижнюю и задний край передней тележки, при переходе с нижней ветви на верхнюю. Для сравнения обоих способов укрепления пластин А и В, выполним построения траекторий края передней и задней тележек, приняв в обоих случаях одинаковый шаг цепей и одинаковое число зубцов на звездочках (фиг. 227).

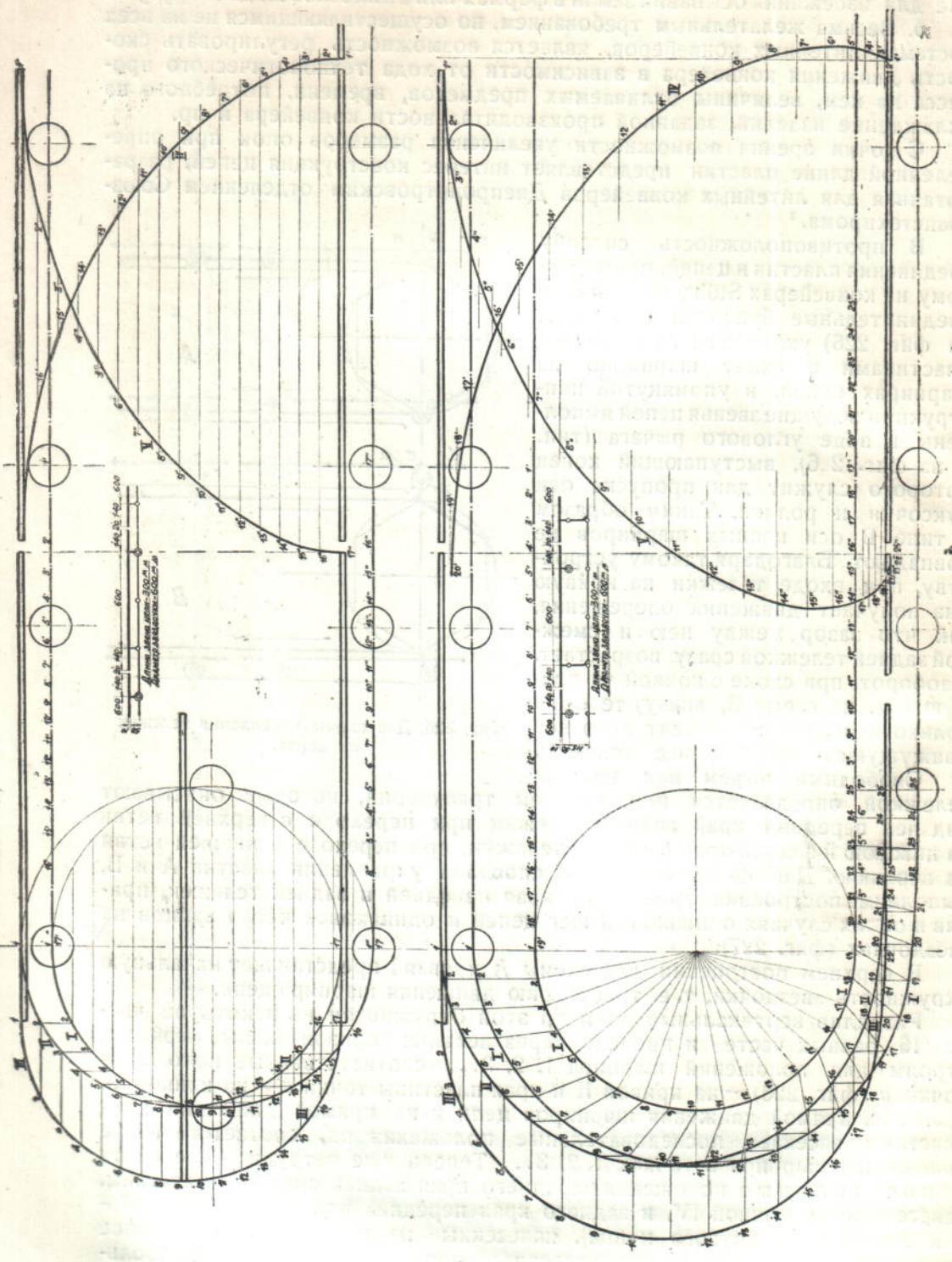
В верхнем построении для схемы А кривая I представляет начальную окружность звездочки, т. е. траекторию движения шарнира цепи.

Разделив вертикальный диаметр этой окружности на некоторое число (16, равных частей) и проведя через деления горизонтальные прямые, строим для положений шарнира 1, 2, 3... соответственные положения точки *b* (фиг. 226) — на кривой II и края пластины точки *c* — на кривой III. Далее на прямой движения шарниров цепи и на прямой движения края пластины засекаем последовательные положения их, соответствующие положению шарнира в точках 1, 2, 3... Теперь уже нетрудно определить относительные положения переднего края задней смежной пластины, нанесенные на кривой IV, и заднего края передней пластины (при огибании звездочек с другого конца), нанесенные на кривой V. Очерченное этими кривыми пространство над пластиной определяет возможные наибольшие габариты опок.



Фиг. 226. Две схемы укрепления тележек на цепях.

¹ Предлож. инж. Г. П. Гомелля.

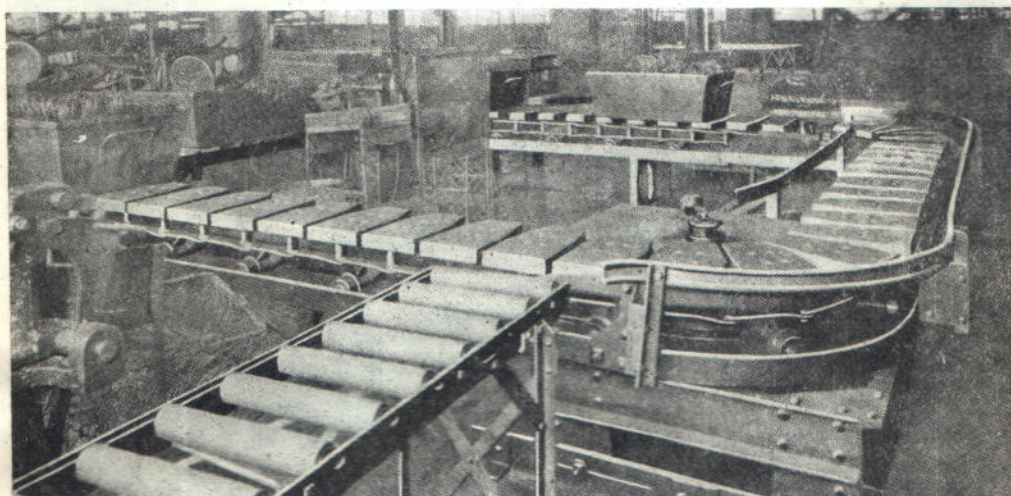


Фиг. 227. Построение относительных траекторий движения смежных тележек на кривых.

Подобное же построение выполняем (на фиг. 277 внизу) для схемы В. В нем кривая I — траектория шарнира цепи, кривая I' — траектория оси тележки *b*, кривые II и III — траектории точек *c* и *d*, IV и V — относительные траектории, такие же как по схеме А.

Из сравнения обоих результатов следует, что применение в конструкции цепей звеньев с угловым рычагом действительно дает значительное увеличение свободного пространства для опок, однако вызывает при том же диаметре звездочек и шаге цепи большое увеличение габаритных размеров в высоту, для рассматриваемого построения примерно на 40%.

Следующий вид конвейера, на котором используется так же вся длина конвейерной ленты, характеризуется тем, что на закруглениях он огибает не горизонтальные, а вертикальные оси. Как упоминалось, такой



Фиг. 228. Круговой передаточный конвейер легкого типа (Palmer-Bee).

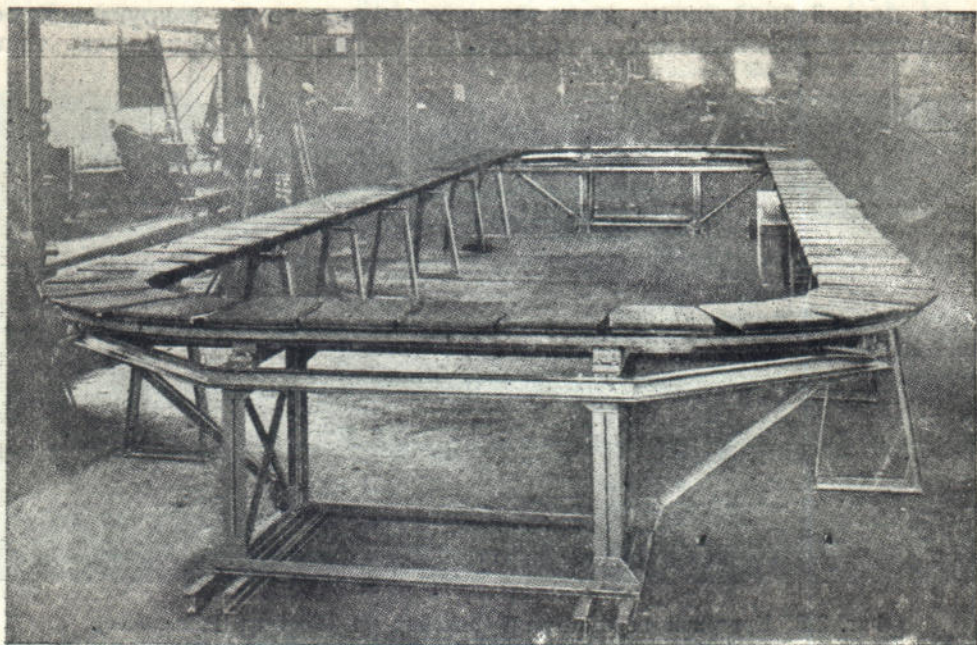
конвейер носит название кругового или горизонтально замкнутого. На поворотных пунктах конвейера устанавливаются либо вращающиеся звездочки, либо закругленные проводники. На средних и тяжелых конвейерах для огибания закруглений цепи снабжаются роликами на вертикальных осях. Обычный тип привода на таких конвейерах — гусеничный, установленный на прямолинейном участке; на некоторых конструкциях для привода используется отклоняющая звездочка.

Обычная конфигурация конвейеров в плане — прямоугольная, однако в отдельных случаях конвейерам придается и иная, усложненная форма. Если полотно конвейера образуется из составленных с небольшими зазорами пластин, не перекрывающих одна другую, то со стороны центра огибаемых кривых концы их скашиваются, как показано на фиг. 228.

Этот конвейер служит передаточным от агрегата к агрегату в мастерских. Для подачи и снятия с него изделий заподлицо с ним установлено несколько вспомогательных, примыкающих к нему поперек хода ленты, роликовых столов. Конвейерную ленту составляет цепь с вертикальными шарнирами, поддерживаемая через одно звено роликовыми скатами, и пластины, укрепленные на цепи сверху. На закруглениях цепь огибает зубчатые звездочки, одна из которых делается приводной.

Другой тип легкого пластинчатого конвейера прямоугольного очертания, служащего для сборки и перемещения деталей или нетяжелых частей машин, представлен на фиг. 229. В отличие от предыдущей конструкции, на закруглениях конвейер огибает круговые проводники и привод на нем установлен на прямолинейной ветви.

Вместо сплошной несущей ленты такие конвейеры выполняются часто в виде отдельных, укрепленных на цепи платформ, расставленных на некотором расстоянии одна от другой (фиг. 230). Такие конвейеры, применяемые нередко для механизации работ на складах громоздких предметов или в сборочных мастерских, монтируются иногда на рельсах, уложенных на уровне пола. Ходовые ролики движутся по всей длине по желобчатым рельсам, собранным из двух угольников. На закруглениях цепь огибают неподвижные направляющие ролики; привод устанавливается на прямолинейном участке.



Фиг. 229. Круговой передаточный конвейер легкого типа (Schenck).

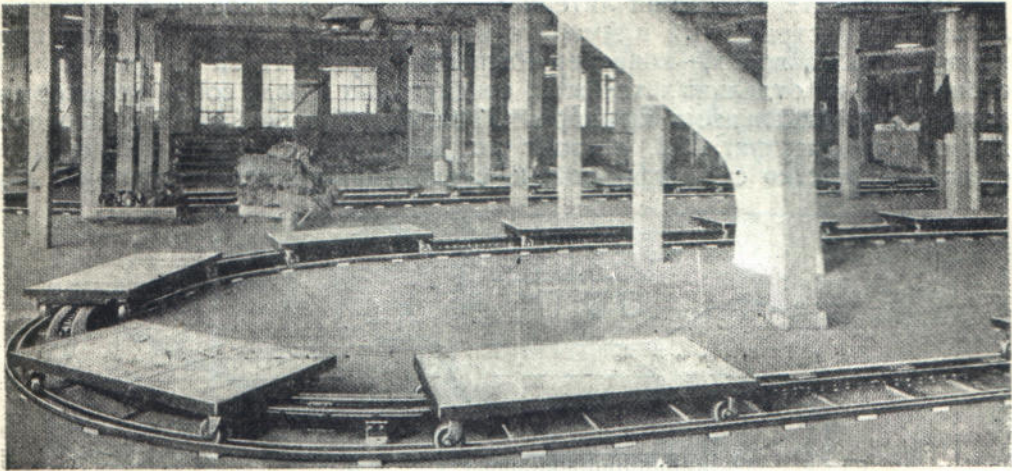
Своеобразного вида горизонтальнозамкнутый литейный конвейер, образующий непрерывный движущийся стол, могущий изгибаться в обе стороны в своей плоскости, представлен на фиг. 231. Он собирается из соединяемых шарнирно тележек, так что цепи на конвейере отсутствуют. Корпус каждой тележки составляет пара изогнутых, связанных между собой швеллеров, опирающихся сзади на двухроликую ось, а спереди — на шарнир смежной тележки.

Пластины *c*, имеющие с торцов закругленные грани, очерченные по окружности с центром в вертикальном шарнире, с одной стороны (сзади) укреплены на корпусной раме жестко, а с другой — опираются на два ролика *k*, сидящие на корпусе смежной тележки на горизонтальных, радиально к соединительному шарниру направленных осях. Благодаря такому соединению пластин и тележек конвейерная лента получает возможность отклоняться в обе стороны от продольной оси.

На закруглениях конвейер огибают неподвижные проводники, по которым катятся ролики *m*.

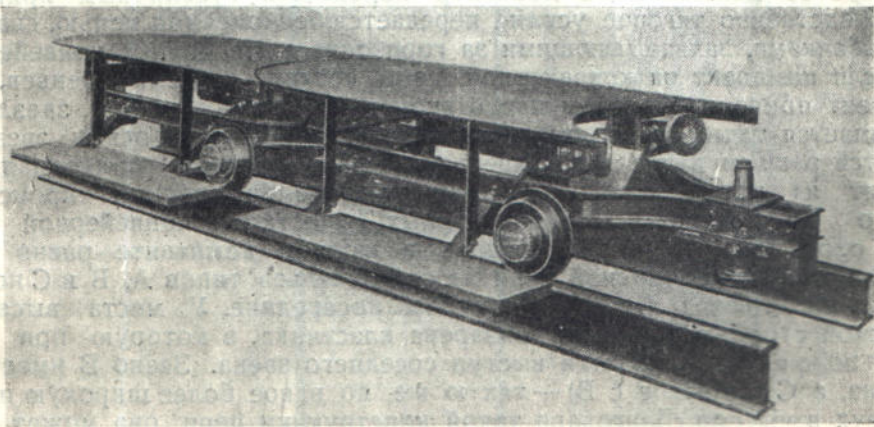
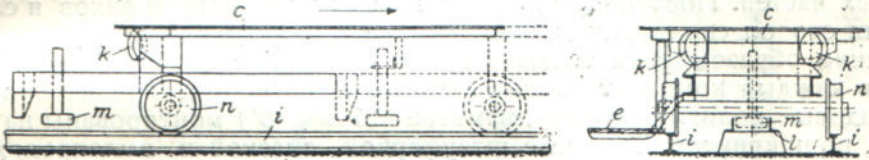
Схема расположения конвейера в литейной представлена на фиг. 232. На конвейере производится весь цикл литейного процесса, т. е. набивка опоки, установка шишек, сборка опоки, заливка металлом и выбивка изделия. Подача формовочного песка производится в пунктах *a* из бункеров *b*. На прямолинейном участке конвейера формовщик, стоящий на ступеньке *e* и движущийся вместе с конвейером, prepares the sand for pouring.

Заливка производится на поворотном пункте *d* из ручного ковша, причем литейщик стоит на диске *f*, вращающемся с угловой скоростью, соответствующей скорости конвейерной ленты.



Фиг. 230. Цепной коввейер из отдельных платформ для обслуживания склада (Palmer-Bee).

На обратной ветви происходит остывание литья и выбивание его из опок. Горячая земля сбрасывается через решетку *g* в яму и из нее по ленте и ковшевому конвейеру *h*, проходя по пути подготовительное отделение, поступает снова в бункеры.

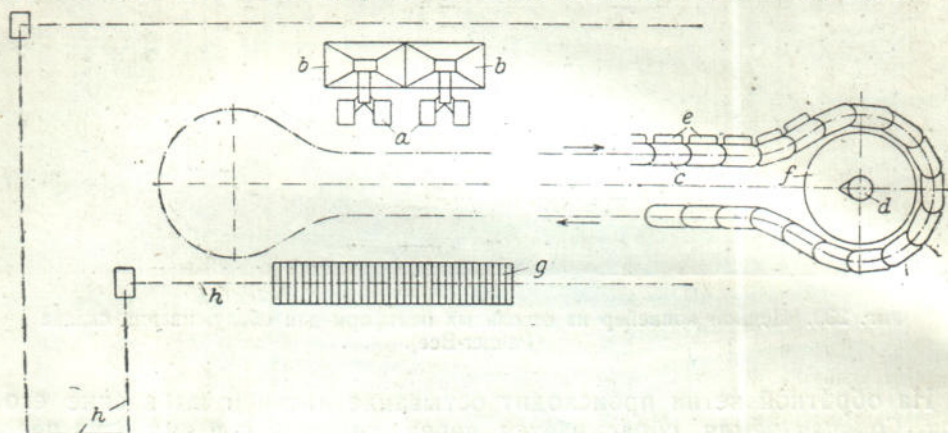


Фиг. 231. Элементы литейного конвейера Bleichert.

Данные об одной из выполненных фирмой Блейхерт установок таковы. Ширина пластины—900 мм, наибольший вес заформованных и залитых опок до 0,5 т, высота конвейера 0,7 м над уровнем пола, расстояние

между осями обоих поворотных пунктов—24,5 м, общая длина конвейерной ленты, состоящей из 53 тележек, около 60 м, радиус закругления—2,9 м, рабочая скорость—от 0,110 до 0,175 м/сек., мощность мотора, приводящего в действие гусеничный приводной механизм,—8,8 л. с.

Весьма интересный тип литейного конвейера для среднего и крупного литья, распространенный в Америке и примененный также на некоторых наших новых заводах,—конвейер Palmer-Wee представлен на фиг. 233. Он собирается из отдельных тележек, соединенных между собой роликовыми цепями с вертикальными шарнирами. Тележка, поперечный разрез которой дан отдельно на фиг. 234, состоит по длине из трех частей: средней, связанной жестко с платформой, и соединенных с нею шарнирно двух



Фиг. 232. Схема расположения конвейера в литейной (Bleichert).

боковых частей. Последние опираются на оси ходовых роликов и служат с обеих сторон скользящими опорами для платформы.

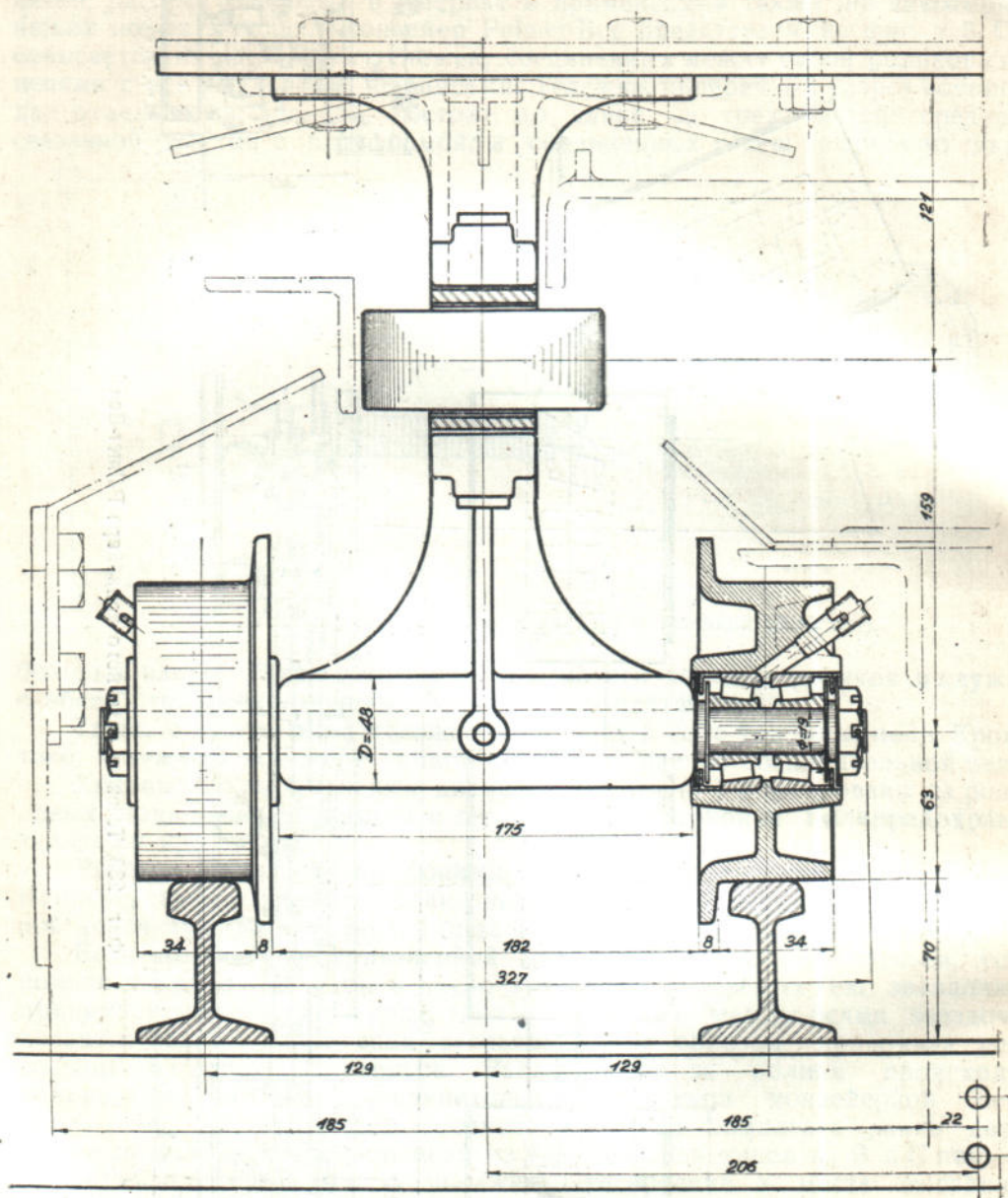
Таким образом сама тележка заключает в себе три звена цепи. Кроме того, в каждый комплект входят свободные звенья соединительной цепи.

Ходовые ролики тележек диаметра 127 мм (5") монтированы на роликовых подшипниках Тимкен с штаufferной смазкой и пылепредохранительными крышками.

Рабочее движение на конвейер передается гусеничным приводом. Непосредственно тяговое усилие передается бесконечной цепью, снабженной собачками, захватывающими за горизонтальные ролики конвейера.

Если комплект на конвейерной цепи состоит из семи звеньев, то и комплект приводной цепи и число зубцов на огибаемых ею звездочках принимается таким же; кроме того и расстояние между осями звездочек делается равным длине семи звеньев. Таким образом приводная цепь состоит из трех комплектов. Захватывание за ролики происходит только на звеньях соединительных участков конвейерной цепи через один, так что число собачек в каждом комплекте равно двум. Такой комплект приводной цепи из семи звеньев типов А, В и С показан на фиг. 235. Звенья типа А высажены посередине. У места высадки с наружной стороны к планке приварена пластинка, в которую при вытянутом положении опирается выступ соседнего звена. Звено В имеет два выступа, а С (смежное с В)—такую же, но вдвое более широкую планку для двух выступов. Благодаря такой конструкции цепи она может изгибаться только в одну сторону—для огибания звездочек—и жестко сопротивляется изгибанию в другую сторону. Поэтому внецентренные действующие вдоль нее усилия от сопротивления движения конвейера воспринимаются приводной цепью как жестким стержнем. Кроме того, со стороны, противоположной собачкам, цепь скользит вдоль опорных роликов.

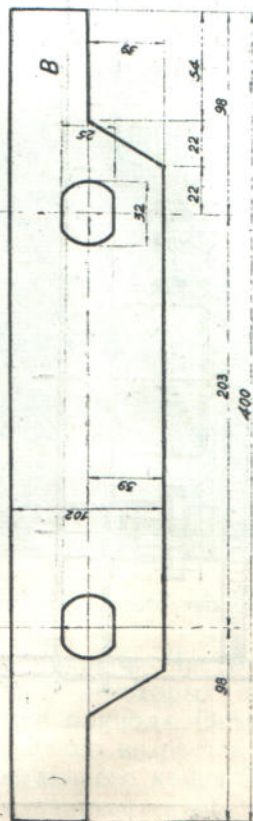
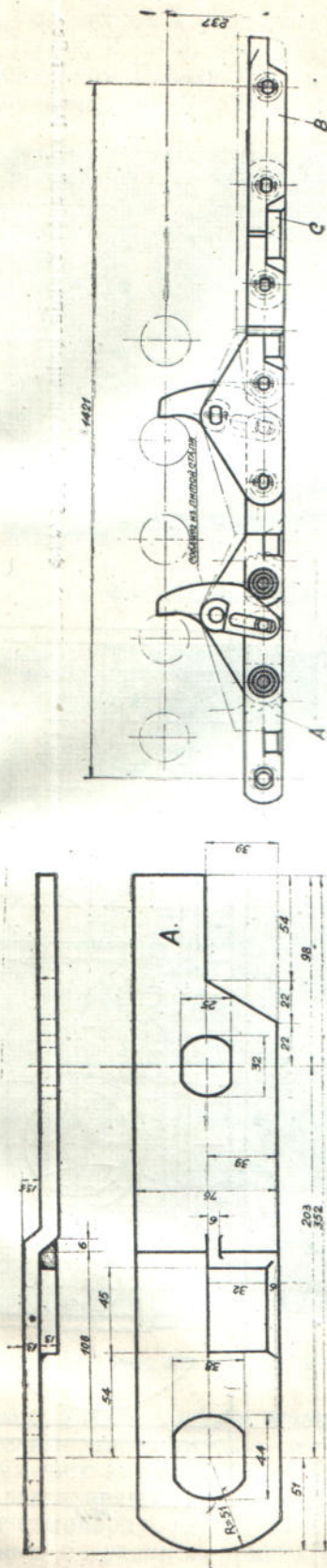
Собачки цепи насажены шарнирно и имеют косой прорез, в который входит палец, закрепленный на выступе соседнего вспомогательного звена. Благодаря этому при огибании звездочек собачка складывается, отклоняясь назад, а при переходе на прямой участок поворачивается в рабочее положение, показанное на чертеже, опережая движение цепи и захватывая за



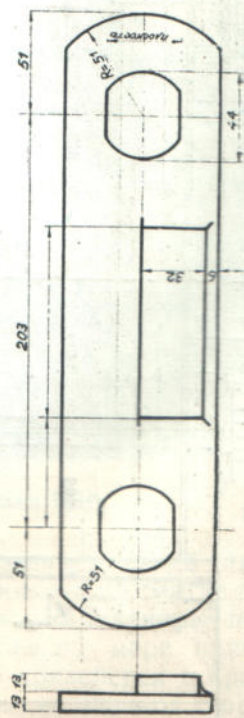
Фиг. 234. Поперечный разрез по тележке конвейера Palmer-Bee.

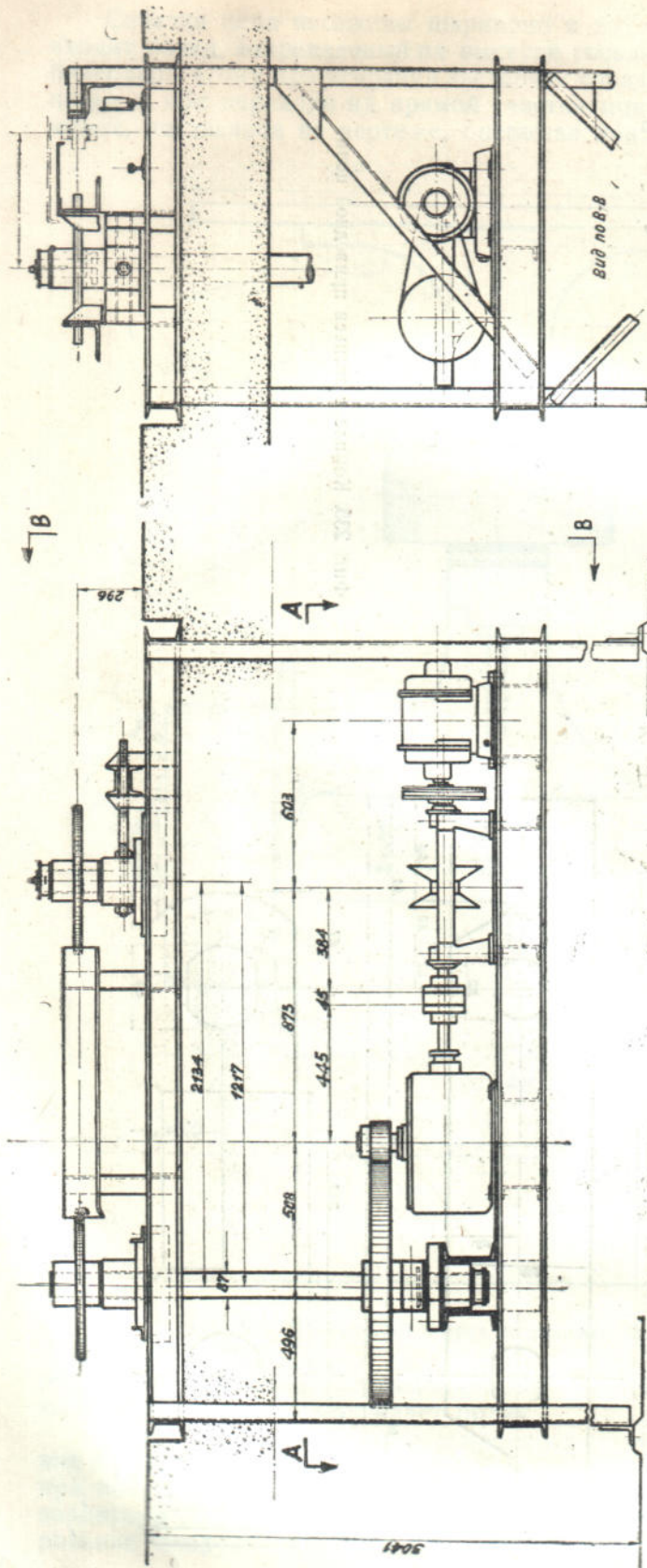
ролик. При переходе с прямолинейного участка на кривую собачка отклоняется назад и освобождает ролик.

Общий вид привода в трех проекциях изображен на фиг. 236. Движение от мотора мощностью всего 3 л. с. передается на цепную звездочку при посредстве ременной передачи с клинчатыми ремешками „Tex-Rope“, вариатора скорости, одной винтовой и одной зубчатой передачи. Регулирование скорости на вариаторе производится сближением одной пары

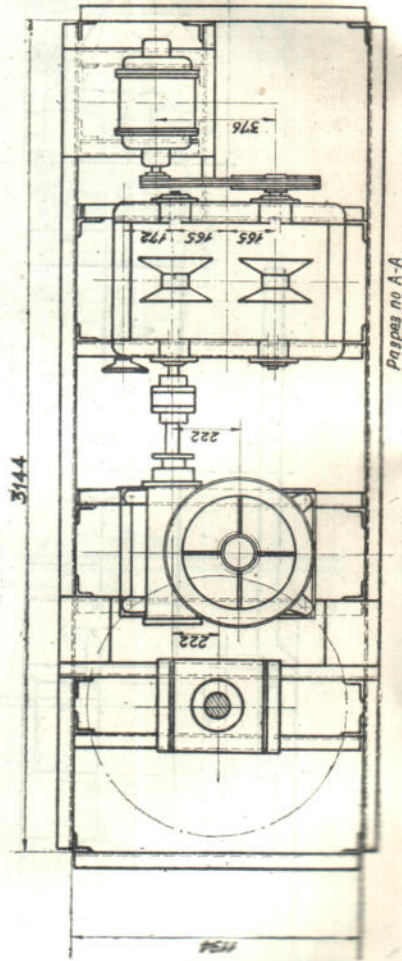


Фиг. 235. Комплект звеньев приводной цепи.





Вид по В-В

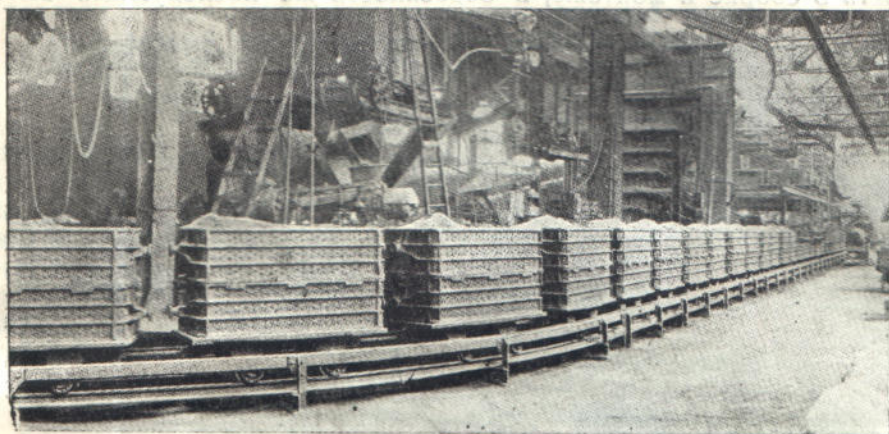


Разрез по А-А

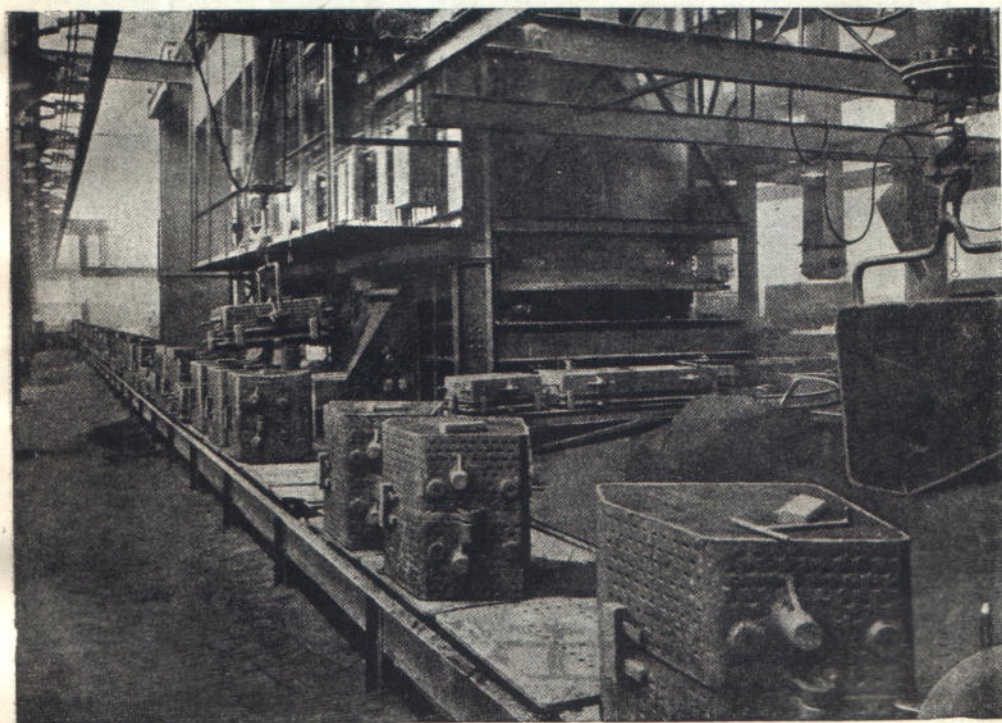
фиг. 236. Гусеничный привод конвейера Palmer-Bee.

клинчатых катков и раздвижением другой, отчего меняется передаточное число [см. ч. II, 1933, фиг. 431—432].

Конвейеры Palmer-Vee не имеют натяжного устройства. На поворотных пунктах они огибают жесткие криволинейные направляющие, по



Фиг. 237. Литейный конвейер тяжелого типа Palmer-Vee.

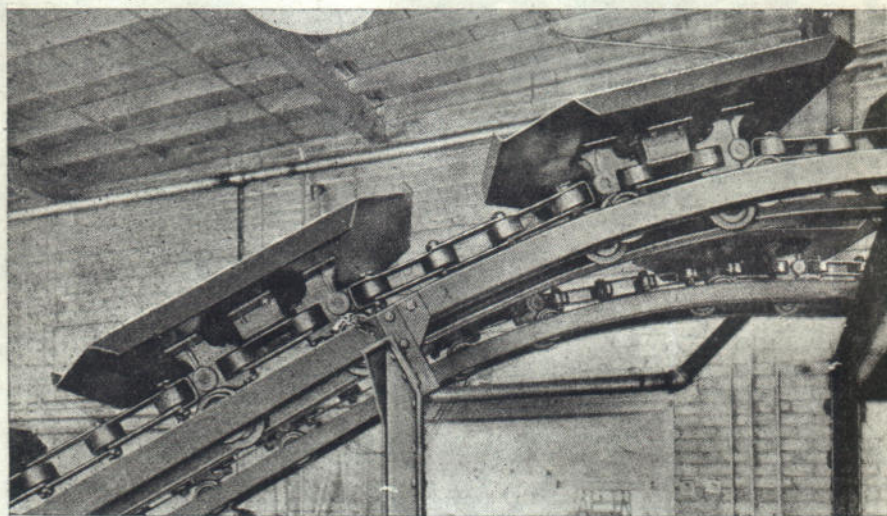
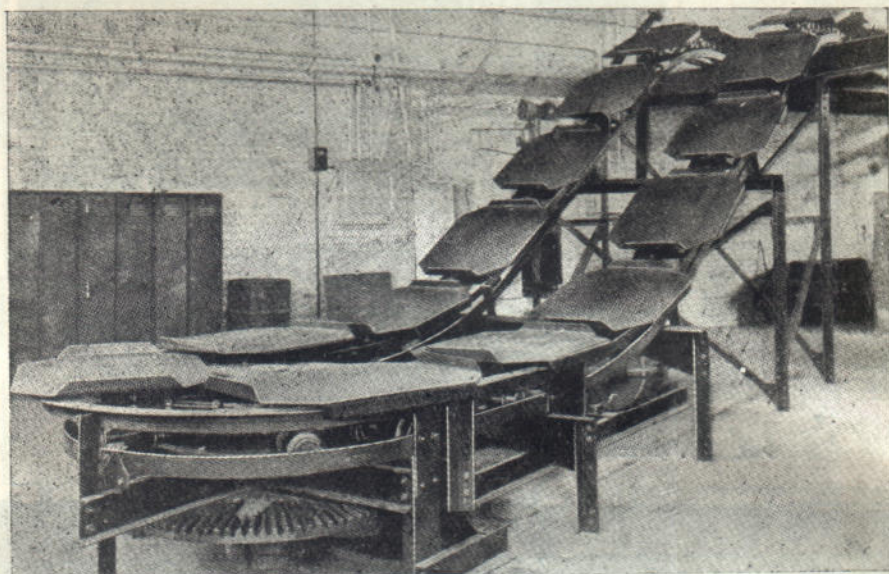


Фиг. 238. Литейный конвейер тяжелого типа (Chain Belt).

которым катятся горизонтальные ролики. Часть звеньев цепей имеет удлиненные отверстия для шарниров, в которых происходит сжатие цепи на двух-трех комплектах ее впереди привода. Остальные шарниры передают растягивающее усилие, постепенно возрастающее по мере приближения к приводу со стороны набегающего конца. В конвейерах с прямоугольным очертанием привод устанавливается обычно на длинной стороне

так, чтобы перед ним оставался достаточно большой прямолинейный участок, т. е. на первой (по направлению хода) половине длины конвейера.

Отсутствие натяжного устройства составляет недостаток этой системы конвейеров. Опыт их эксплуатации показывает, что первоначальная неточность в сборке и монтаже, в особенности же последующая вытяжка



Фиг. 239. Конвейер для движения в горизонтальной и вертикальной плоскости (Palmer-Bee).

цепей и разработка их шарниров влекут увеличение длины конвейерной цепи относительно длины рельсового пути, вследствие чего сжимающее усилие начинает передаваться на значительном участке сбегавшей ветви. От этого происходят перекосы и заклинивание ходовых роликов на рельсах, нередко влекущие поломки.

К достоинствам этих конвейеров надо отнести очень спокойный, плавный ход, возможность регулирования рабочей скорости и незначительный расход энергии.

Очень тяжелого типа литейный конвейер показан на фиг. 237. Вес каждой опоки на нем превышает 2 т и общий вес груза составляет около 150 т. При этом мощность двигателя равна всего 5 л. с. Еще один большой конвейер для тяжелых опок изображен на фиг. 238.¹

Примерно такой же конструкции конвейеры более легкого типа изготавливаются для движения по путям двойкой кривизны — с изгибом в горизонтальной и в вертикальной плоскости. Участок такого конвейера с приводом на огибаемом цепном колесе показан на фиг. 239.

Соприжение отрезков соединительных цепей производится на шарнирах с горизонтальной осью, делающих возможным изгиб в вертикальной плоскости. Пластины конвейера имеют загнутые вверх поперечные края для удержания перемещаемых предметов на наклонных участках. На фиг. 240 изображен еще один легкого типа конвейер „пространственной“ системы, обслуживающий подачу материалов со складов.

11. ЭСКАЛАТОРЫ

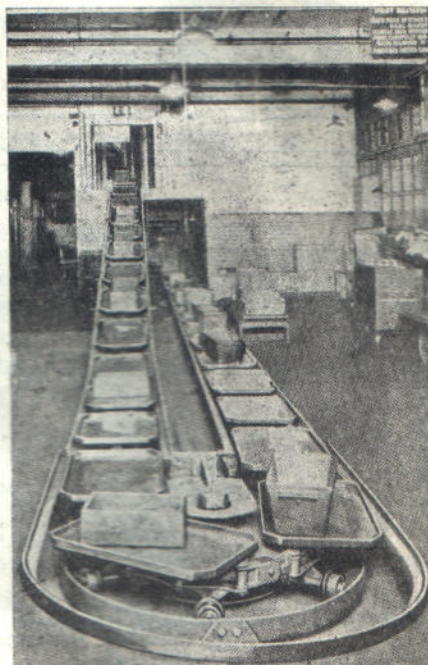
Эскалаторы или механические подвижные лестницы представляют пример применения пластинчатых транспортеров для подъема грузов, откатываемых в ручных тележках (товарные эскалаторы) и для перемещения людей между этажами зданий на станциях метрополитена и пр., по принципу не прерывного потока (пассажирские эскалаторы).

Конструкция товарного эскалатора показана на фиг. 241 и общий вид установки для подъема тележки на погрузочную платформу — на фиг. 242. Эскалатор представляет собой пластинчатый роликовый транспортер со сквозными стальными осями, на звеньях которого укреплены толстые деревянные бруски, служащие пластинами. Настил пола у эскалатора сверху и внизу облицовывается стальной плитой, уложенной с возможно небольшим зазором к полотну транспортера.

Неровности поверхности транспортера, образуемые небольшими углублениями между брусками, удерживают тележки с грузом от скатывания вниз. Иногда рядом с товарным транспортером с такой же скоростью движется гладкая пластинчатая лента для перемещающего тележку рабочего, как показано на фиг. 242 слева. Скорость товарных эскалаторов принимается от 0,1 до 0,3 м/сек.

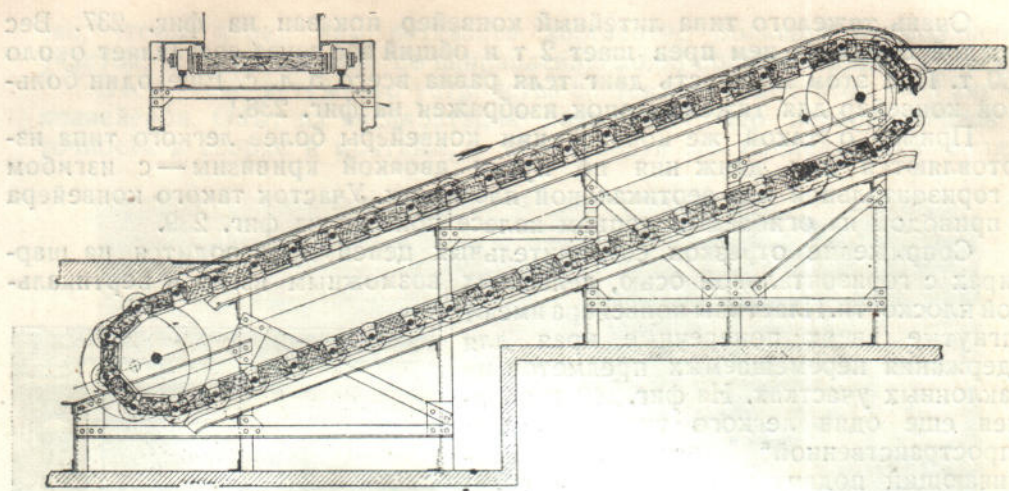
Особенность эскалаторов для перемещения людей в том, что звенья на них выполняются в виде ступенек, сохраняющих горизонтальное положение на всей рабочей ветви. Для удобства пользования эскалатором несколько ступенек его у подножия и у головки движутся в одной горизонтальной плоскости заподлицо с полом (фиг. 243).

Для этого ступеньки выполняются в виде отдельных четырехколесных тележек, причем колеса передней и задней оси движутся по колеям разной ширины (фиг. 244). На наклонном участке рельсы обеих колеи

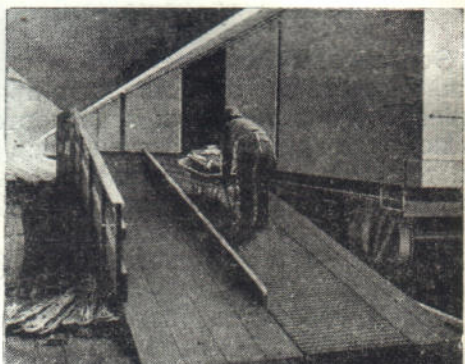
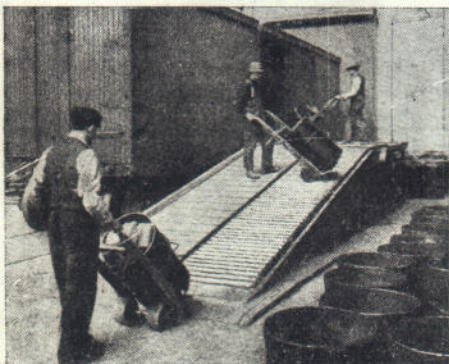


Фиг. 240. Конвейер легкого типа для обслуживания склада.

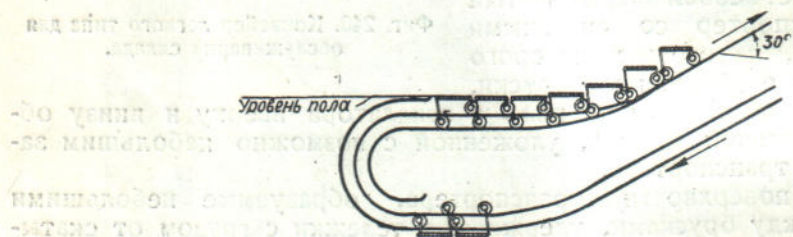
¹ Описание подобных литейных конвейеров см. „Iron and Steel Industry“, № 11, 1931, стр. 361—365. См. также „Fördertechnik und Frachtverkehr“, № 11/12, 1932, стр. 136—137



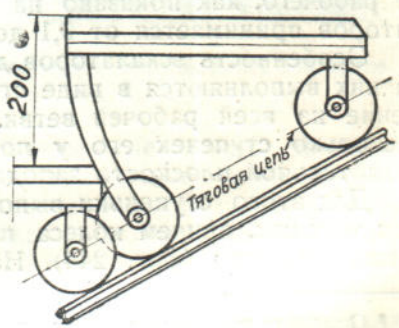
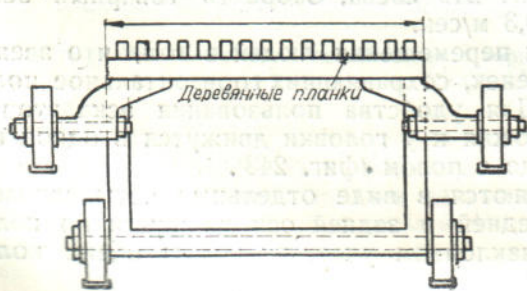
Фиг. 241. Товарный эскалатор Chain Belt.



Фиг. 242. Эскалатор для подъема на платформу.



Фиг. 243. Пассажирский эскалатор Otis.



Фиг. 244. Ступенька пассажирского эскалатора Otis.

располагаются в одной наклонной плоскости, а на горизонтальном верхнем и нижнем участках — в разных горизонтальных плоскостях. Тяговая цепь, на схемах не показанная, крепится на задней оси. Для беспрепятственного пропуска ее спереди тележки, передняя ось сделана в виде коротких консольных валиков, укрепленных в кронштейнах. Поверхность ступеньки облицовывается деревянными планками. Плиты пола у обоих концов эскалатора имеют на грани вид гребешка, входящего в просветы между планками.

Скорость пассажирского эскалатора принята от 0,5 до 0,92 м/сек., пропускная способность при ширине ступени около 1000 мм до 10000 человек в час, практически обычно меньше. На новейших установках длинных эскалаторов, разность уровней на которых достигает 28—30 м, скорость принимается близкой к верхнему пределу. В случае остановки эскалатора он может служить как обыкновенная лестница.¹

§ 5. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ ДЛЯ ПОДЗЕМНОЙ ДОСТАВКИ

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В условиях подземной доставки пластинчатые конвейеры имеют еще относительно ограниченное применение. Так, в каменноугольной промышленности Союза крупные установки этого рода исчисляются пока единицами и работает некоторое количество коротких переносных конвейеров в раскосках коренных штреков при применении методов быстрого прохождение штреков.

В противоположность этому, в одном из германских каменноугольных бассейнов — Рейнско-Вестфальском — пластинчатые конвейеры среди других видов непрерывной доставки стоят по распространенности на первом месте и превышают по общей протяженности конвейеры с гибкой лентой. Соответственные данные приведены в таблице 33. Из нее видно, что основное количество пластинчатых конвейеров задалживается на доставке по штрекам и бремсбергам и значительно меньшее количество — в забоях.

Таблица 33

Данные о ленточных и пластинчатых конвейерах
в Рейнско-Вестфальском бассейне

Работало к концу года	1930		1931			
	ленточные	пластинчатые	ленточные	пластинчатые		
На штреках	ленточные и пластинчатые					
единиц	48	100	193	193		
мощных двигателей л. с.	1324	2520	4921	4921		
В забоях						
единиц	88	23	74	74		
мощных двигателей л. с.	1344	295	572	572		
Из них:						
Общей длины пог. м	пласт.	лент.	пласт.	лент.	пласт.	лент.
на штреках	3 300	2 900	5 456	5 023	11 544	10 472
в забоях	100	90	373	1046	1 025	2 111

¹ „Fördertechnik und Frachtverkehr“, № 23, 1926, стр. 356 и № 19, 20 1933, стр. 239. См. также М. Peatzold, Grundlagen des Aufzugbaues, 1927.

Причина ограниченности применения пластинчатых конвейеров в забое: сравнительная сложность их, большой вес и высокая стоимость. Сборка и разборка пластинчатых лент труднее, чем резиновых, так что как доставочное средство, устанавливаемое на короткий срок и подлежащее переноске один и больше раз в сутки, — они меньше зарекомендовали себя, чем резиновые.

Напротив, на установках полустационарного или стационарного типа — на штреках, бремсбергах и уклонах — эти недостатки пластинчатых конвейеров сказываются меньше, а преимущества выступают сильнее.

К достоинствам подземных пластинчатых конвейеров относятся: большая производительность, возможность транспортирования по восставанию под большими углами, отсутствие крошения и истирания материала, возможность изгиба ленты по небольшим радиусам выпуклостью как вверх, так и вниз, а, следовательно, применения на волнистой почве и при нарушении залегания пластов, возможность без ущерба для металлической ленты переноса крупнокусковых и острогранных сортов материала, реверсивность доставки, т. е. возможность перемещения в одну сторону полезного ископаемого и в другую — закладки. Последние два обстоятельства явились одним из существенных факторов применения пластинчатых конвейеров в Рейнско-Вестфальском бассейне, работающем с полной закладкой выработанного пространства.

Как известно, резиновая лента в эксплуатации чувствительна как к очень крупным кускам материала, так и к острогранным, вызывающим относительно быстрый износ защитного резинового слоя. Это обстоятельство дает перевес пластинчатым конвейерам перед ленточными при перемещении материала, заключающего большое количество крупных острогранных кусков, например, антрацита, содержащего много плит, крупной породы и пр. Доставка антрацита или газовых углей с большим количеством плиты представляет один из случаев, когда пластинчатые конвейеры могут с успехом применяться в подземных условиях каменноугольных шахт, включая доставку по забою.

Что касается предельных углов наклона на пластинчатых лентах, то имеются установки, работающие под углом до 35° , тогда как резиновая лента допускает, как известно, углы не свыше $18-20^\circ$. Впрочем, недостаток пластинчатых лент при работе на подъем проявляется в том, что благодаря значительному собственному весу ленты, нагрузка на цепи при больших углах сильно возрастает за счет составляющей от собственного веса ленты, следовательно, соответственно уменьшается допустимая длина конвейера, приходящаяся на один привод. При горизонтальном или слабонаклонном направлении доставки длина конвейера с одним приводом нередко достигает 200 м и даже превосходит этот предел.¹

2. КОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Подобно пластинчатым конвейерам, применяемым на дневной поверхности, подземные конвейеры могут быть разделены по конструкции на две основные группы — с ходовыми и со стационарными роликами. При этом характерно, что в противоположность пластинчатым конвейерам стационарного типа, на подземных конвейерах, по ряду специфических условий эксплуатации, рассмотренных ниже, в последнее время применяются преимущественно ленты второй группы, т. е. на стационарных роликах.

Примером конвейера с ходовыми роликами может служить конструкция, примененная на руднике Rheinpreussen 4¹ (фиг. 245). Конвейер имеет одну

¹ Dr. Ostertag, Streckenförderung mit Förderbändern auf der Schachtanlage Rheinpreussen 4, „Glückauf“ 1928, № 5.

цепь, идущую снизу посередине ленты; ходовые ролики укреплены к пластинам ленты. Ширина пластины 500 мм, длины (по оси) — 300 мм. Направляющие для роликов из корытного железа укреплены к раме конвейера. Пластины простейшей формы, плоские, из листового железа, толщиной 3 мм. Края пластин, отогнутые вверх, образуют ленту лоткового типа.

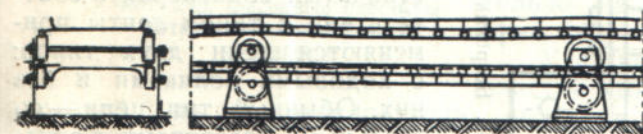
В первых конструкциях конвейера ходовые ролики были приняты диаметра всего 60 мм и ставились на каждом звене ленты. Опыт работы показал основной их недостаток: большое количество трущихся частей, требующих частого возобновления смазки, и ненадежность работы роликов столь малого диаметра из-за сильного засорения цапф. В связи с этим

в дальнейшем ролики начали ставить не на каждом звене цепи или пластине, а через одну или несколько пластин, причем диаметр роликов, подвергающихся соответственно большей нагрузке, увеличен до 120 мм. Увеличение диаметров

роликов дало возможность улучшить их конструкцию, так что не только уменьшилось сопротивление движению и расход энергии, но и удлинились сроки, необходимые для возобновления смазки, до одного, а в отдельных случаях даже до трех месяцев.

Недостатками этого типа являются все же — наличие большого количества ходовых роликов, утяжеляющих и удорожающих ленту, усложненный уход и надзор за конвейером, большой вес секций опорных конструкций и трудность переноски и установки их при переходе на новый участок работ, трудность соблюдения требующейся безусловной прямолинейности направляющих, неудобства сопряжения секций на волнистой почве и неблагоприятное действие на продольную жесткую раму „дующей“ почвы.

В связи с этим второй тип пластинчатых конвейеров — со стационарными роликами — получил большее применение и должен быть признан более

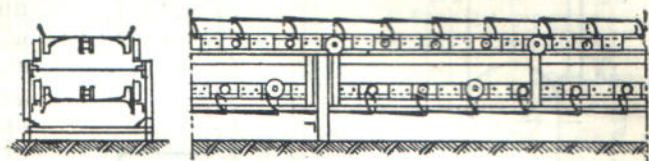


Фиг. 247. Отрезок конвейера на стационарных роликах.

удовлетворяющим условиям работы в шахте. Меньшее количество роликов облегчает уход и надзор за ними и позволяет при тех же затратах изготовить их более совершенной конструкции. Кроме того стационарный тип дает возможность еще повысить диаметр роликов, доведенный в последних установках до 160—180 мм и даже 210 мм. Ролики этого типа снабжены обыкновенными втулками и штаufferными масленками или же имеют в корпусе камеры, куда смазка вводится через коленчатый канал в оси вала, закрываемый автоматическим шариковым затвором.

На фиг. 246 дан общий вид, а на фиг. 247 отрезок пластинчатого конвейера со стационарными роликами. Конвейер состоит из приводной и натяжной головок и ряда козелков с полдерживающими роликами. Все козелки соединены между собой и с приводной и натяжной головками при помощи соединительных угольников, предохраняющих их от перекоса во время работы и позволяющих более быстро устанавливать и выверять конвейер при монтаже. Поддерживающие ролики диаметром 120 мм укреплены по два — для грузовой и обратной ветвей цепи.

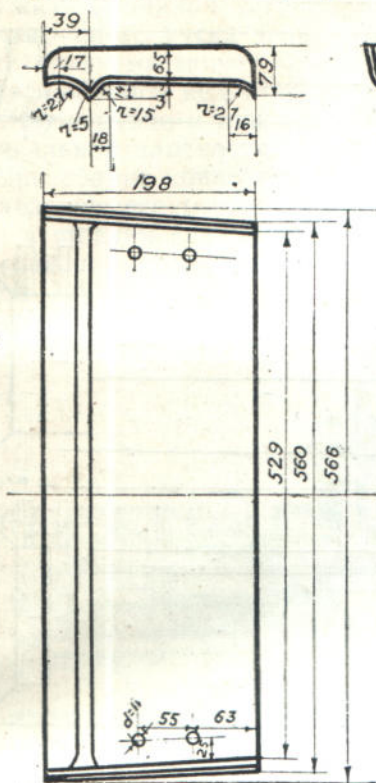
При установке конвейера на штреке с волнистой почвой в местах перегиба ленты вверх ставятся козелки с тремя роликами, один над другим с каждой стороны. При этом верхний ролик служит нажимным для



Фиг. 245. Подземный пластинчатый конвейер на ходовых роликах.

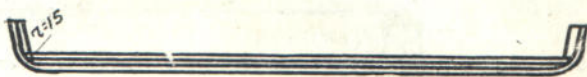
Кроме того стационарный

Конструкция безроликовой цепи со смазывающимися шарнирами представлена на фиг. 248. Здесь, как и в ранее разобранных типах цепей со втулками, сохранен принцип вращения шарнирного валика по втулке для чего внешние планки насажены наглухо на валик, а внутренние—на втулку. Для смазки шарниров в валиках просверлены смазочные каналы.



Фиг. 249. Фасонные пластины лоткового пластинчатого конвейера.

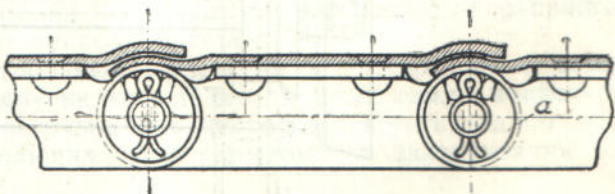
стотой, но в эксплуатации обладает недостатком—возможностью заклинивания между краями кусочков материала при прохождении ленты по звездочкам и вследствие этого отгибания краев ленты и образования в ней поперечных щелей. Поэтому более совершенной является конструкция ленты, показанная на фиг. 249 и конструкция на фиг. 250,¹ примененная на одном из английских рудников, в которой оба края пластины высажены по радиусу, описанному из оси шарнирного валика. Другая характерная особенность ленты по фиг. 250—приваренные к цепным планкам шайбочки *a*, имеющие два выступа, между которыми располагается головка шпльнта, чем достигается соединение наглухо шарнирного валика и двух планок цепи.



Для крепления пластин конвейера к звеньям цепи последние изготавливаются чаще всего фасонными с отгибаемой внутрь конвейера, как на фиг. 248, лапкой, к которой и крепится пластина. Реже для крепления пластин служат крепительные уголки подобно цепям, применяемым на стационарных установках (см., например, фиг. 28 и др.).

Пластины. Пластины подземных конвейеров изготавливаются из листовой стали толщиной обычно 3—4 мм, причем толщина в 4 мм требуется только для материала с большим количеством крупных кусков. Боковые края пластин загибаются вверх, образуя борты; поперечные края с задней (по направлению хода ленты) стороны высаживаются на толщину листа для того, чтобы днище ленты с перекрытыми краями имело на прямолинейных участках ровную поверхность. Для той же цели перекрытия бортов они делаются суживающимися впереди приблизительно на двойную толщину пластины (фиг. 249).

Указанный способ перекрытия краев пластин хотя и отличается большей про-



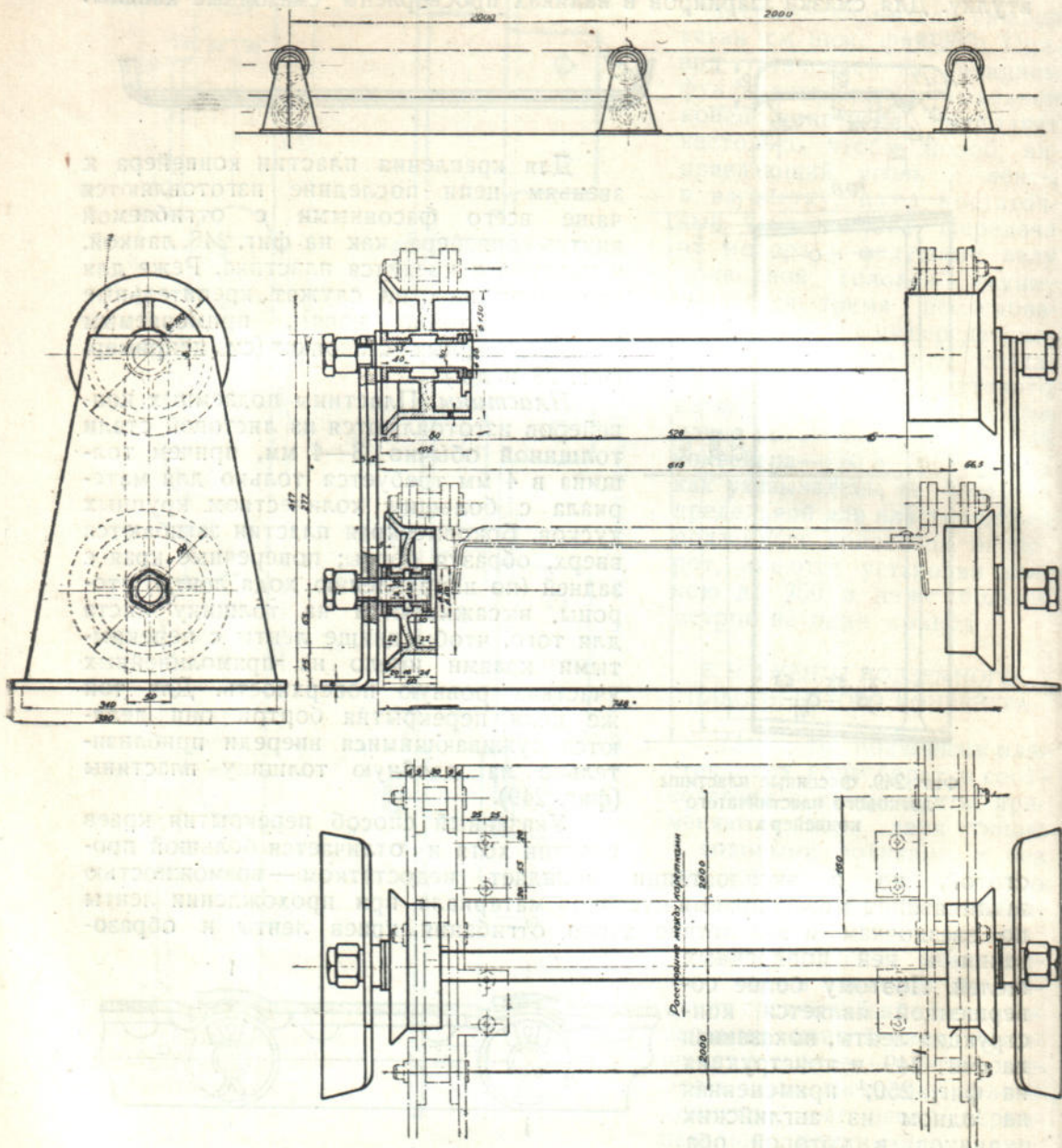
Фиг. 250. Пластины конвейера с высаженными краями.

стой, но в эксплуатации обладает недостатком—возможностью заклинивания между краями кусочков материала при прохождении ленты по звездочкам и вследствие этого отгибания краев ленты и образования в ней поперечных щелей. Поэтому более совершенной является конструкция ленты, показанная на фиг. 249 и конструкция на фиг. 250,¹ примененная на одном из английских рудников, в которой оба края пластины высажены по радиусу, описанному из оси шарнирного валика. Другая характерная особенность ленты по фиг. 250—приваренные к цепным планкам шайбочки *a*, имеющие два выступа, между которыми располагается головка шпльнта, чем достигается соединение наглухо шарнирного валика и двух планок цепи.

Опорные конструкции. Опорные конструкции в зависимости от системы конвейеров, представляют собой либо жесткую, собираемую из

¹ „Fördertechnik und Frachtverkehr“, 1931, № 19, стр. 365.

секций, раму из швеллерного и уголкового железа, либо отдельные козелки —подставки. Поддерживающая конструкция первого типа дана на фиг. 245. Длина отдельных секций, из которых состоит рама, обычно равна 2—3 м. Для поддержания верхней и нижней ветвей цепи служат направляющие



Фиг. 251. Конструкция поддерживающих козелков (Нашипко).

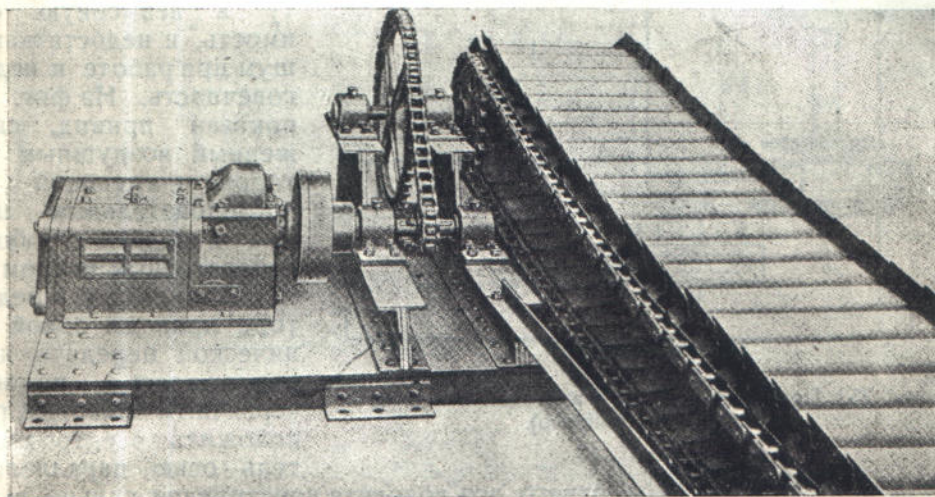
из швеллерного или уголкового железа. Кроме продольных уголков, соединяющих стойки и служащих направляющими для цепей, ставятся еще поперечные уголки для создания большей жесткости конструкции. Часто также дают еще и диагональные раскоски.

Конструкция поддерживающего козелка дана на фиг. 251. Стойки козелка изготавливаются из листового железа толщиной 8 мм с отогнутыми нижними кромками. Для лучшего укрепления осей роликов листы усилены по осям вертикальными полосами 50×12 мм. Верхние ролики насажены

на общей сквозной оси, а нижние на отдельных коротких осях, закрепленных в листах, так как установка сквозной оси потребовала бы повышения габарита стойки.

Оси роликов находятся одна под одной. Это обстоятельство может послужить причиной аварии, так как при попадании на нижнюю ветвь ленты крупного куска угля или породы и пр. последний при проходе между роликами может заклинить и вызвать поломку конвейера. Для устранения этого недостатка в некоторых конструкциях (см., например фиг. 246) верхние и нижние ролики смещены друг относительно друга в вертикальной плоскости.

При сборке конвейера отдельные козелки устанавливаются строго по направлению его оси на расстоянии обычно 2 м один от другого и крепятся к шпалам или деревянным лежням. Во многих конструкциях кроме того они, как указывалось, соединяются между собой тягами из углового железа.



Фиг. 252. Привод конвейера с шестеренным редуктором и цепной передачей (Hauhinco).

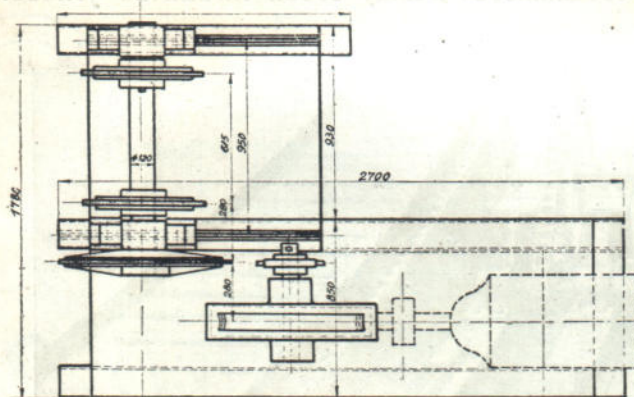
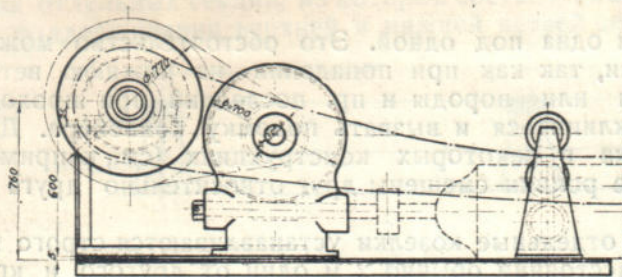
Привод. В качестве приводного механизма на подземных пластинчатых конвейерах встречается червячная передача, цепная передача или передача зубчатыми колесами. В обоих последних случаях первая от головного вала передача осуществляется приводной цепью.

Такая цепь является контрольным элементом в передаточном механизме, предохраняющем все другие детали его, а также самую конвейерную ленту от чрезмерных перегрузок при пуске конвейера в ход или при возникновении случайных больших сопротивлений от заклинивания на ленте и пр.

Такие внезапные сопротивления на пластинчатой ленте возникают чаще, чем, например, на резиновой, представляющей, кроме того, фрикционное соединение с приводным барабаном. Поэтому, кроме цепной передачи, в приводном механизме нередко устанавливается еще гибкая или фрикционная муфта (фиг. 252).

Фиг. 253 дает червячный привод в исполнении фирмы Hauhinco. Привод состоит собственно из двух передач — червячной и цепной. Вал червяка соединен эластичной муфтой с валом мотора. Вал червячного колеса одним концом выходит из червячной коробки и несет на себе цепную звездочку второй передачи. Парная с ней звездочка сидит на головном валу конвейера. Недостаток привода червячного типа, как известно, сравнительно

быстрый его износ и низкий коэффициент полезного действия, если материал, из которого изготавливается винтовая пара, способ изготовления и точность сборки — не безупречны.



Фиг. 253. Привод конвейера с винтовой и цепной передачей (Hauhinco).

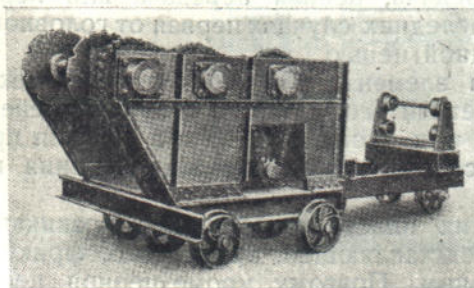
Привод с цепной передачей представлен на фиг. 254. Здесь передача от мотора к приводному валу конвейера осуществлена тремя парами цепных колес с передаточным числом 1:10 каждая.

К достоинствам, такого привода относят конструктивную простоту и невысокую стоимость, к недостаткам — шум при работе и недолговечность. На фиг. 255 показан привод, снабженный воздушным мотором и имеющий две последовательных цепных передачи с общим передаточным числом 10.

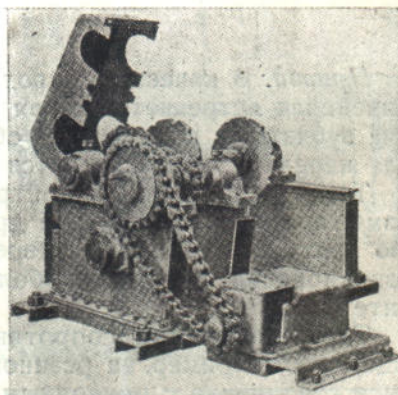
Применение в редукторе привода одной конической передачи дает возможность, подобно червячным приводам, расположить электродвигатель осью параллельно

продольной оси конвейера, отчего вся головная конструкция выдвигается в компактности. Такого типа привод дан на фиг. 256.

Вал мотора эластичной муфтой соединяется с первым валом редуктора, на конце которого сидит коническая зубчатая шестерня. Последняя

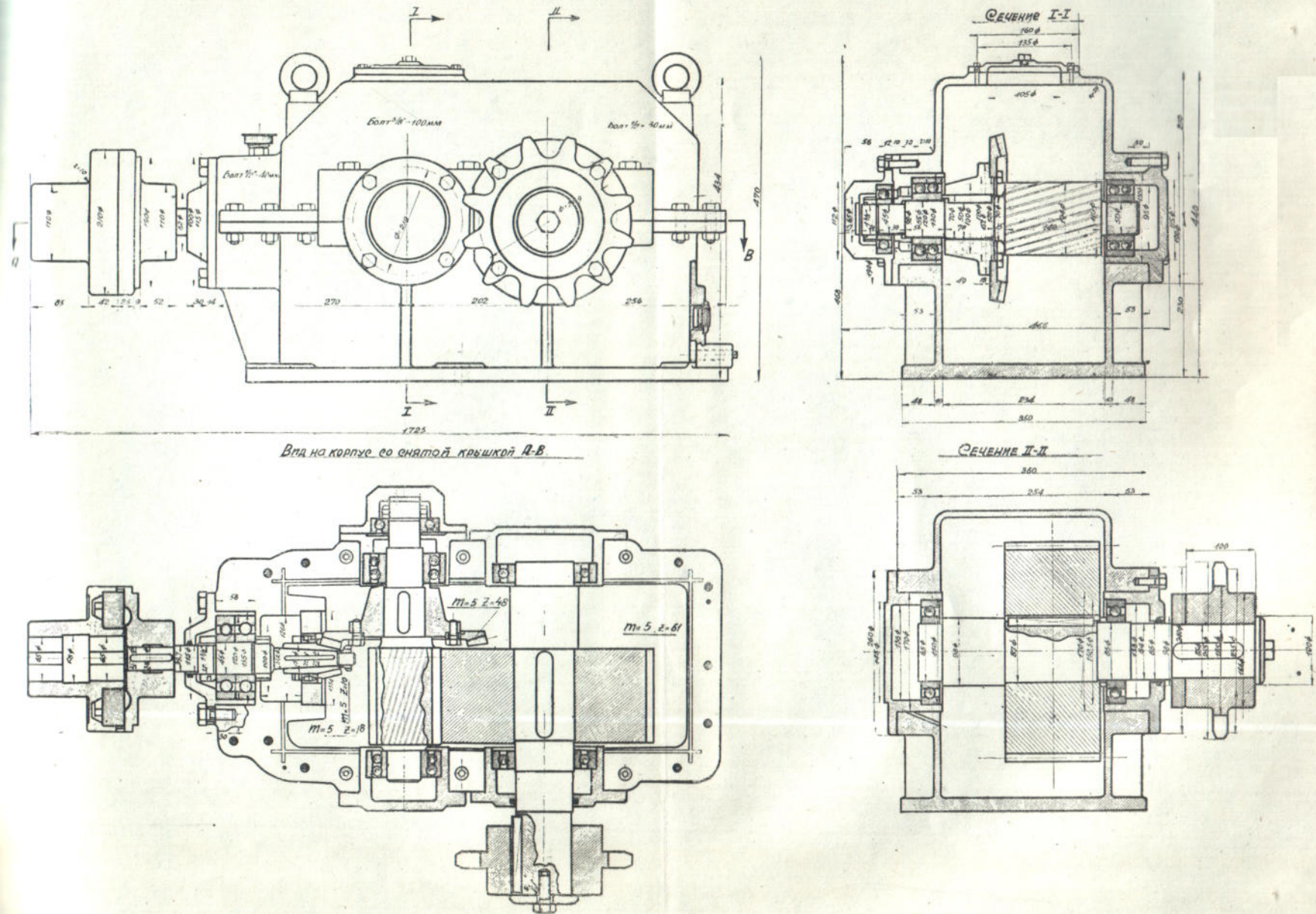


Фиг. 254. Привод с тройной цепной передачей (Hauhinco).



Фиг. 255. Привод с двойной цепной передачей (Hauhinco).

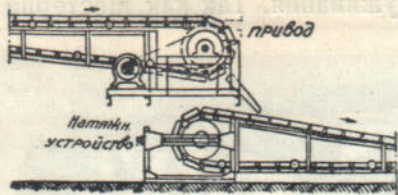
сцепляется с другой конической шестерней, сидящей на валу, перпендикулярном к оси конвейера. На этом же валу насажена цилиндрическая шестерня второй зубчатой пары, имеющей косые зубцы. Обе зубчатые пары заключены в герметическую коробку. Все подшипники шариковые,



Вид на корпус со снятой крышкой А-В.

Фиг. 256. Привод с конической и цилиндрической зубчатыми и одной цепной передачами (Нашипко).

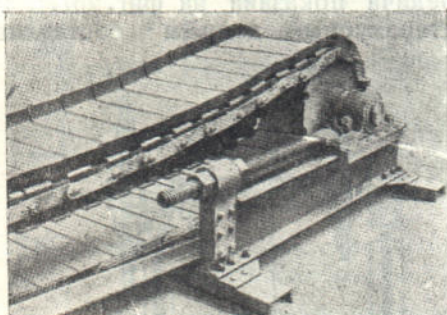
В первом случае подшипники концевого вала передвигаются при помощи натяжных винтов по верхней кромке двутавровых балочек рамы концевого устройства. Во втором случае направляющими для подшипников служат швеллеры рамы, по два с каждой стороны конвейера, охватывающие подшипники концевого вала.



Фиг. 259. Винтовое натяжное устройство с подшипниками в швеллерной раме.

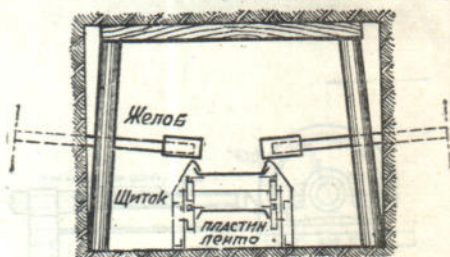
Для компактности установки желательно натяжные устройства устанавливать так, чтобы винты работали на сжатие (фиг. 260), однако, может иметь место и обратное положение их.

Вспомогательное оборудование. Кроме перечисленных выше основных элементов пластинчатого конвейера при работе его требуется еще некоторое вспомогательное оборудование, состоящее из оттяжных цепей для раскрепления приводной и натяжной головок, продольных стяжных уголков для соединения отдельных козелков между собою, направляющих щитков для предохранения от просыпания материала в месте загрузки на нижнюю ветвь ленты, погрузочных и разгрузочных желобов и пр.



Фиг. 260. Общий вид натяжной головки (Hauhinco).

Фиг. 261 дает поперечный разрез штрекового пластинчатого конвейера при загрузке его с двух качающихся конвейеров.



Фиг. 261. Защитные щитки на загрузочном пункте конвейера.

Защитные фартуки, как видно, прикрывают нижнюю ленту с обеих сторон конвейера. Стяжные цепи и способ их употребления таков же, как и при подземных резиновых конвейерах.¹

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ И МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

На выполненных установках подземных пластинчатых конвейеров ширина ленты принята

$$B = 500 - 650 \text{ мм}$$

и высота бортов

$$h = 60 - 70 \text{ мм.}$$

При подсчете по этим размерам полезной площади ленты Ω или, что то же, площади сечения материала, коэффициент наполнения сечения в среднем можно принимать

$$\psi = 0,85 - 0,90.$$

Так, для $B = 554$ мм и $h = 65$, Hauhinco указывает полезную площадь равной 320 см^2 , так что

$$\psi = \frac{\Omega}{Bh} = \frac{0,0320}{0,554 \cdot 0,065} = 0,89.$$

¹ См. „Конвейерные установки“, ч. I, 1932, фиг. 336.

таких цепей позволяет передавать возникающие при пуске в ход нагруженного конвейера повышенные усилия на оттяжки, а не на раму, подвергающуюся изгибу. В противном случае, как показала практика, при частых пусках в ход, вертикальные листы рамы привода слегка деформируются, что вызывает трудно устранимый нагрев подшипников.

Таблица 34

Результаты исследования работы подземных пластинчатых конвейеров

Номер наблюдения		9	10	11	12
Дата наблюдения		21/VI 1929	24/VI 1929	25/VI 1929	28/VI 1929
Место работы конвейера		Породный конв. на участке 1	Верхний угольный конв. на участке 3	Нижний угольный конв. на участке 3	Породный конв. на участке 3
Наклон конвейера ¹ в градусах		0	+8	+4	-3
Длина конвейера	м	165	210	53	40
Ширина ленты	"	0,58	0,58	0,58	0,58
Скорость ленты	м/сек.	0,86	0,86	0,86	0,86
Ходовые ролики с подшипниками сколь- зящего трения					
Установочная мощность мотора	квт	20	20	20	20
Время работы доставки	минут	171,4	193	150	15,1
Длина транспортирования материала	м	165	210	21	35
Транспортируемый материал		порода	уголь	уголь	порода
Механическая работа транспортирования	т/м	14520	27720	2551,5	490
Механическая мощность	т/м/сек.	1,412	2,394	0,284	0,517
Подведенная мощность	квт	6,61	9,44	5,97	4,60
Мощность холостого хода	квт	5,24	5,74	5,52	3,76
Расход мощности на транспорт груза	квт	1,37	3,70	0,45	0,84
Мощность холостого хода на пог. м конвейера	ватт/м	31,8	27,30	104,0	94,0
Расход энергии	квтч	18,88	30,36	14,93	1,21
Расход энергии на холостой ход кон- вейера	"	17,29	18,41	13,81	0,99
Расход энергии на транспорт. груза	"	1,59	11,90	1,12	0,22
Электрическая работа на каждый т. м					
Работа мотора	втч/т.м	1,30	1,09	5,86	2,49
Работа холостого хода	"	1,03	0,66	5,42	2,04
Работа транспорта груза	"	0,27	0,43	0,44	0,45
Отношение полезной мощности к обще- му расходу мощности	квт/т.м/сек.	0,97	1,54	1,59	1,61

В зависимости от способа перегрузки материала с конвейера, приводная головка ставится или непосредственно на почву или приподнимается настолько, чтобы между сбегающей ветвью ленты на головке привода и приемным пунктом (вагонетка, другой конвейер и пр.) можно было поместить спускной жолоб с углом наклона не меньше 30—35°. Если условия позволяют, привод рекомендуется ставить на бетонном или кирпичном фундаменте. Если же почва дующая, лучше устанавливать его на опорную деревянную конструкцию из стоек, которая позволяет при вспучивании почвы гораздо легче выравнять положение привода.

Установленный привод выверяется по строго перпендикулярному к оси конвейера положению и после этого закрепляется.

Равняясь по приводной головке, устанавливают затем через каждые 2 м поддерживающие козелки или раму, причём желательнее по возможности прикреплять их костылями или винтами к шпалам или продольным деревянным лежням.

¹ + подъем; — падение.

Все козелки должны при этом ставиться строго горизонтально и выверяться по ватерпасу. После укрепления продольных уголков, соединяющих отдельные козелки, последние выравниваются по провешенному по оси конвейера шнуру и закрепляются. Необходимо при этом ставить поддерживающие ролики возможно выше, чтобы нижние ролики и лента были легко доступны для надзора и зачистки лопатой просыпающейся мелочи. При низком положении роликов они быстро засоряются, после чего перестают вращаться, создавая лишние сопротивления и износ цепи.

Установка концевого натяжного устройства производится аналогично приводу. Необходимо особенно следить за тем, чтобы вал отклоняющих звездочек был установлен строго перпендикулярно к оси конвейера, так как перекосы его крайне вредно отражаются на работе установки. Оттяжную головку следует по возможности ставить так, чтобы винты и подшипники работали на сжатие. Под концевыми звездочками надо устроить яму достаточных размеров, легко доступную для очистки, где бы собиралась просыпающаяся на нижнюю ленту мелочь.

После того как приводная и оттяжная головки и козелки установлены, выверены по шнуру и закреплены, приступают к укладке и сборке ленты. Последняя доставляется к месту работы отрезками длиной около 2,5 м, свернутыми в бунты. Сборку ее начинают от приводной головки, укладывая отдельные секции на верхние ролики, так что первые звенья переднего конца захватываются зубьями приводных звездочек. Укладка секций ленты должна производиться так, чтобы пластины перекрывали друг друга со стороны направления движения груза.

Сообразно с тем или другим принятым способом сборки ленты, либо укладывают ее по всей длине конвейера, присоединяя секции к роликам так, чтобы лента не провисала, или же отдельные секции соединяют с одного места, несколько поворачивая приводные звездочки по мере присоединения новых отрезков ленты. При этом передний конец ленты, перешедший на нижнюю ветвь, зацепляется канатами и при помощи ручной лебедки протаскивается на всю длину конвейера. При соединении концов собранной ленты обе цепи должны быть натянуты при помощи стяжных муфт с крюками, зацепляющимися за соединительные болты цепей.

Необходимо следить, чтобы обе цепи были натянуты совершенно равномерно.

После соединения концов ленты она натягивается при помощи натяжного устройства, освобождается от вспомогательных приспособлений, смазываются все подшипники роликов и приводной и оттяжной головок, редуктор заливается маслом и конвейер готов к действию.

6. УХОД ЗА КОНВЕЙЕРОМ В РАБОТЕ

При работе подземного пластинчатого конвейера необходимо следить, чтобы при происходящих усадках и сдвигах боковых пород конвейер по возможности незначительно менял свое положение. Достигается это как соответствующими мерами при установке, так и тщательным надзором и своевременным устранением происшедших нарушений.

При дрябшей почве, помимо установки привода на клетях из леса, рекомендуется ставить козелки не на лежни, уложенные сверх шпал, а непосредственно на шпалы; шпалы же опираются на продольные подкладки, высотой около 100 мм. При поддувании почвы порода заполняет пространство между опорами шпал, отчего последние и вся установка менее подвергаются перекосам.

Наибольшее внимание следует обращать на сохранение прямолинейности продольной оси конвейера вместе с приводной и натяжной головками. Как только это условие нарушено, цепь начинает набегать на звездочки косо, вследствие чего срываются предохранительные шплинты

шайбы, втулки выходят из пластин цепи и сама цепь односторонне вытягивается.

При нагреве подшипников головного или оттяжного валов, причину нужно искать или в перекосе головок или в изгибе рамы дующей почвой. Нагрев подшипников оттяжной отклоняющей головки часто является также результатом неравномерного натягивания нажимных винтов.

При соединении цепей, особенно приводных, необходимо соединение их производить болтами точно такого же размера, как и остальные. Несоблюдение этого условия влечет часто, кроме быстрого износа звездочек и цепи, крупные поломки привода. Чтобы предупредить поломку привода конвейера или разрыв цепей ленты при внезапных перегрузках конвейера, приводную цепь рассчитывают на разрывное усилие меньше того, которое могут выдержать тяговые цепи. Так, первая от головки из двух цепей цепной передачи фирмы Nauhinco по фиг. 255 рассчитана на разрывное усилие около 18 000 кг, в то время, как обе тяговые цепи с шагом 160 мм могут выдержать нагрузку до 22 000 кг. Таким образом, как указывалось, при возникновении размерных напряжений раньше всего рвется приводная цепь, отремонтировать которую легче всего.

Соединительные болты несущих цепей всегда должны быть хорошо смазанными. Отсутствие смазки может вызвать сильное ржавление их, отчего при переходе цепи через звездочку болт заедает во втулке.

Другая причина неполадок с цепью — вытягивание ее, особенно одностороннее. При этом получается несоответствие между шагом цепи и звездочки, нарушающее правильную работу зацепления. Поэтому необходимо следить за исправным состоянием роликов и за тем, чтобы не было случайных сопротивлений, которые могут затруднить движение конвейера и вызвать чрезмерное натяжение цепи.

Если наблюдается частое срывание предохранительных шплинтов, необходимо проверить правильность положения приводной и натяжной головок по отношению к продольной оси конвейера и устранить нарушения. Погнутые по какой-либо причине пластины надо своевременно выправить, так как (особенно при подаче материала в обратном направлении) при переходе через звездочку пластина с погнутой передней кромкой может не лечь внахлестку на предыдущую пластину, а создать распор и тем разорвать или вытянуть цепь.

Положение козелков работающего конвейера также следует часто проверять и исправлять, передвигая их при помощи молота в ту или другую сторону. На это необходимо обращать особенное внимание, так как большая часть аварий с лентой происходит от набегания цепей на наружную реборду ролика. Между тем, точной установкой козелков можно избежать этих неполадок даже при очень длинных лентах.

Что касается ухода за нижними роликами, то главнейшее требование в отношении их — это содержание в чистоте пространства под лентой. Защипывание роликов вызывает их остановку, отчего увеличиваются сопротивления и возникает сильный износ цепей от трения их о закаленную поверхность роликов.

7. ПЕРЕНОСКА И НАРАЩИВАНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Как указывалось уже, пластинчатые конвейеры, вследствие их громоздкости и большого веса ленты, применяются почти исключительно как стационарные или полустационарные, т. е. на бремсбергах, уклонах, штреках и в прочих выработках, где требуется установка конвейера на более или менее длительный срок. Случаи применения их в забоях насчитываются единицами. Таким образом с переноской конвейера приходится иметь дело только при переходе работ на новые участки. Переноска ничем не отличается от установки конвейера, уже описанной выше. Гораздо чаще, по мере продвижения очистных забоев, приходится удлинять или

укорачивать пластинчатые конвейеры, установленные на штрехах. При наращивании конвейера отпускаются винты натяжного устройства и ослабляются цепи настолько, чтобы без труда можно было вынуть их соединительные болты. После разъединения ленты натяжное устройство раскрепляется, передвигается дальше по штреку на требующуюся длину и устанавливается на новом месте. Затем ставят необходимое количество козелков с поддерживающими роликами, соединяют их в случае необходимости продольными уголками и наращивают ленту, отдельные секции которой доставляются заблаговременно к месту работы. После соединения цепи выверяют положение роликов и натяжного устройства и закрепляют их.

Для облегчения работы по наращиванию на некоторых шахтах пользуются небольшими лебедками, устанавливаемыми на штреке впереди конвейера, которые служат для подтаскивания натяжного устройства в новое положение. При таком способе два человека в смену могут наращивать до 20 м конвейера.¹

8. ЗАТРАТЫ НА ОБОРУДОВАНИЕ И СТОИМОСТЬ ДОСТАВКИ ПЛАСТИНЧАТЫМИ КОНВЕЙЕРАМИ²

Оборудование подземного транспорта пластинчатыми конвейерами требует значительных капитальных затрат.

Так, по данным фирмы Hauhincó, стоимость пластинчатого конвейера шириною ленты 554 мм, длиною 200 м с мотором 19 квт составляет:

1. 200 м стальной шарнирной ленты по 150 марок за метр 150×200	30 000
2. Один привод	3 800
3. Одно натяжное устройство	950
4. Мотор трехфазного тока SSW — OR 136/1500; 19 квт норм. выполнения	1 297
5. Распределительный ящик, 2 макс. выключателя тока и опоры кабелей	386

Итого 36 463 марок.

Это составляет на 1 пог. м \approx 182 герм. марки.

При длине конвейера 50 м стоимость 1 пог. м поднимается еще выше, до 275 марок.³ Пересчет на цены наших заводов⁴ дает цифры стоимости пластинчатых конвейеров в пределах от 180—220 руб. за пог. м. Таким образом по капитальным затратам пластинчатые конвейеры дороже ленточных и, конечно, дороже качающихся конвейеров.⁵

В отношении эксплуатационных расходов, несмотря на более повышенный срок службы металлической ленты по сравнению с резиновой, стоимость эксплуатации пластинчатых конвейеров в общем также несколько выше, чем ленточных.

Как показывают подробные подсчеты⁶ и данные германской практики, расход энергии на пластинчатых конвейерах приблизительно на 40—60% больше, чем на резиновых.⁷

Требуемая установка мощность моторов также значительно больше. Срок амортизации конвейера по германским данным может приниматься:

Привода 5—6 лет
Ленты и поддерживающих конструкций от 4 до 6 лет
Электрооборудования 8—10 лет

¹ По материалам фирмы Hauhincó.

² Указываемые здесь стоимости, относящиеся к 1932—33 гг., приводятся как справочный материал для технико-экономических расчетов (см. ниже).

³ Материалы фирмы Hauhincó.

⁴ Вес конструкции подсчитан по чертежам фирмы Hauhincó, а стоимость принята по ценам Горзавтреста.

⁵ См. «Конвейерные установки» ч. II, стр. 445—475, 1933.

⁶ Работы НИИ Днепропетровского горного института по исследованию различных видов подземной доставки.

⁷ „Glückauf“, 1932 № 23, стр. 509.

Стоимость переноски и установки пластинчатого конвейера по тем же данным приблизительно на 100 % больше чем резиновых.

По данным фирмы Hainico на установку 100 м пластинчатого конвейера, если все части находятся на месте, требуется, около пяти дней работы в две смены бригады из одного бригадира и четырех подручных. На шахте Rheinpreußen 4 на наращивание 20 м штрекового пластинчатого конвейера задалживалось две человеко-смены. При этом для передвижения хвостовой головки конвейера в новое положение применялась небольшая вспомогательная лебедка, устанавливаемая впереди конвейера.¹

Стоимость ремонта фирма Hainico определяет в 3 % от капитальных затрат в год, а стоимость смазочных материалов 300 марок в год при длине конвейера 50—100 м и 350 марок в год при длине конвейера 200 м.

Штат обслуживающего персонала может приниматься таким же, как и при ленточных конвейерах, т. е. один машинист и один смазчик на агрегат. На обязанности смазчика лежит также зачистка просыпающегося угля, направление крупных кусков угля, идущих по ленте и пр. При дистанционном управлении один машинист может обслуживать несколько установок на штреке или бремсберге.

Из сопоставления подземных пластинчатых конвейеров с резиновыми видно, что они уступают последним по ряду основных показателей своей работы:

1. Капитальные затраты при пластинчатых конвейерах больше.
2. Расход энергии выше.
3. Ремонт и смазка дороже.
4. Вес и громоздкость установки больше, вследствие чего переноска пластинчатых конвейеров труднее и дороже.
5. При работе пластинчатые конвейеры производят значительный шум, что увеличивает опасность для работающих в забоях в случае обрушения боковых пород.

К сравнительным достоинствам пластинчатых конвейеров может быть отнесено:

1. Возможность подачи на подъем под большим углом, чем резиновыми конвейерами.
2. Большая приспособленность к транспортированию материала в крупных кусках.
3. Большой срок службы металлической ленты.

Учитывая это, можно сделать заключение, что пластинчатые конвейеры могут пока применяться главным образом там, где требуется доставлять крупнокусковый или острогранный материал, притом в таких условиях или количествах, которым, например, качающийся конвейер не удовлетворяет. К этим случаям следует отнести, например, транспорт антрацита — плиты или породы по штрекам или бремсбергам, при производительности не ниже 25—30 т/час.

9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ПОДЗЕМНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТОЙ

В этой группе конвейеров рассмотрим пластинчаторезиновый, проволочный плегеный и многоканатный конвейеры, представляющие промежуточные формы между конвейером с гибкой и с шарнирной или звеной лентой. Носущий орган многоканатного конвейера представляет даже промежуточный тип между лентой и скребками. По ряду конструктивных признаков эти конвейеры могут быть отнесены к пластинчатым.

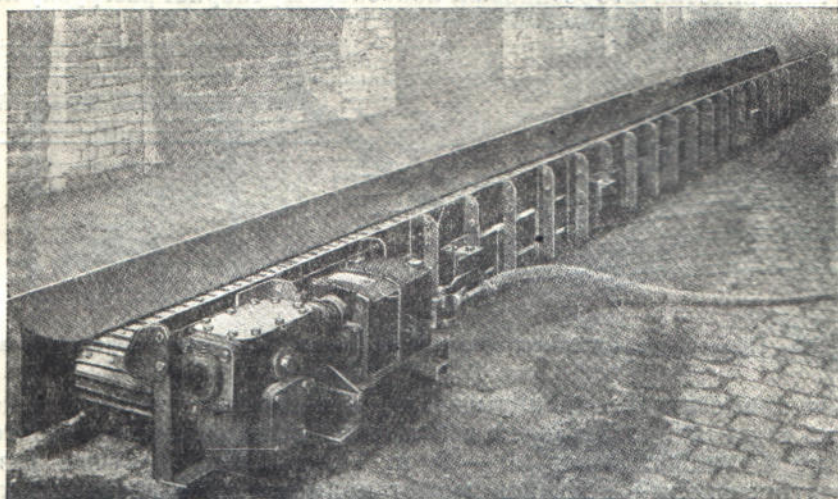
Конвейеры с пластинчаторезиновой лентой

Выпускаемый фирмой Демаг конвейер этого типа сконструирован специально для работы на коротких участках при необходимости транспортировать крупнокусковый материал, преимущественно породу, с загрузкой

¹ „Glückauf“, 1929, № 5, стр. 152.

по всей его длине. Применение обычных ленточных резиновых конвейеров в таких условиях не оправдывается, вследствие быстрого износа ленты.

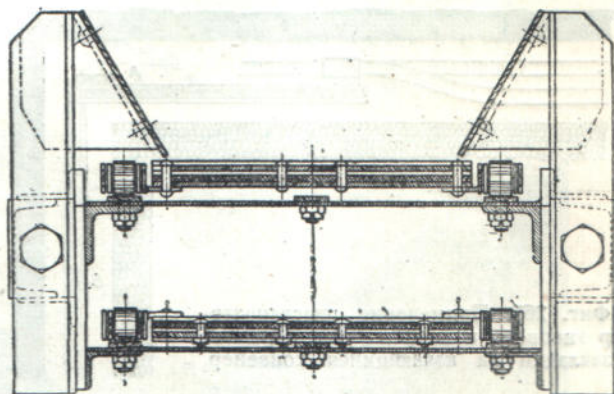
Пластинчаторезиновый конвейер, представленный на фиг. 262 и 263, состоит из резиновой ленты, усиленной сверху и снизу железными ребристыми накладками. Эти накладки соединяются между собою и с лентой



Фиг. 262. Пластинчаторезиновый конвейер (Demag).

четырьмя продольными рядами заклепок. Крайние заклепки служат также для укрепления отогнутых полок тяговых роликовых цепей. Ходовые ролики на грузовой и на порожней ветви передвигаются по угольникам, укрепленным на раме транспортера.

Таким образом, тяговым органом в этой системе является пластинчатая цепь, поддерживаемыми деталями — ходовые ролики и несущей частью — армированная стальными накладками резиновая лента. Для передачи движущей силы цепи огибают зубчатые звездочки. Благодаря сочетанию резиновой ленты с элементами пластинчатой, рассматриваемая система транспортера имеет особые преимущества при доставке



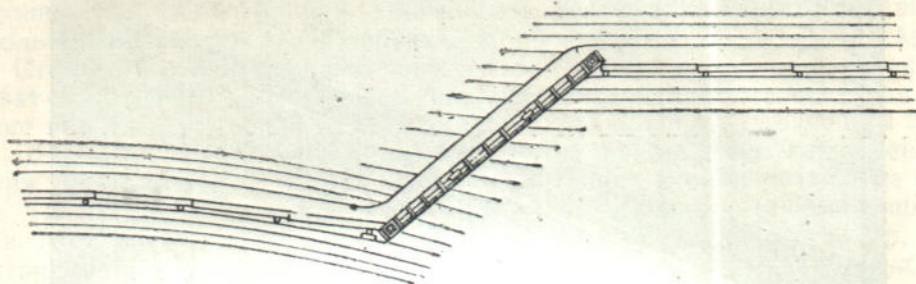
Фиг. 263. Поперечное сечение пластинчаторезинового конвейера (Demag).

крупных кусков породы. В то время как сравнительно тонкие листы отдельных звеньев пластинчатого конвейера при падении на них крупных тяжелых кусков изгибаются, резиновая лента, усиленная с обеих сторон ребристыми накладками, обладает достаточной степенью жесткости. Вместе с тем накладки, состоящие каждая из нескольких частей, соединенных между собою и с резиновой лентой заклепками, обладают и некоторой упругостью, чтобы воспринимать при работе удары.

Благодаря ребристой поверхности металлических накладок, пластинчаторезиновый конвейер может подавать материал с уклоном до 30° . Указанное обстоятельство позволяет применять этот конвейер в раскосах

штреков с углом падения пласта больше 20° в лавах, в местах сильных нарушений пластов (фиг. 264), где не может быть применен ленточный конвейер.

Фиг. 265 дает пример применения пластинчаторезинного конвейера А для передачи закладки на качающийся конвейер В. Пользование здесь промежуточным пластинчаторезиновым конвейером ускоряет разгрузку породы,



Фиг. 264. Применение пластинчаторезинового конвейера в месте перегиба пласта.

благодаря применению опрокидывателя, и позволяет переносить последний не за каждым продвижением забоя, а на длину промежуточного конвейера, т. е. только через 20—30 м. По своим габаритным размерам пластинчаторезиновый конвейер может применяться в пластах такой же мощности, как и резиновые конвейеры, так как высота его составляет всего 390 мм. Полный вес трехметрового звена — 500 кг. Вес приводной головки с мотором 6 л. с. — 600 кг. Производительность конвейера при нормальной скорости около $1,5 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Для удобства переноски и наращивания конвейер состоит из отдельных секций длиной 3 м каждая, и кроме того, добавочного полутораме-



Фиг. 265. Применение пластинчаторезинового конвейера для передачи закладки на качающийся конвейер.

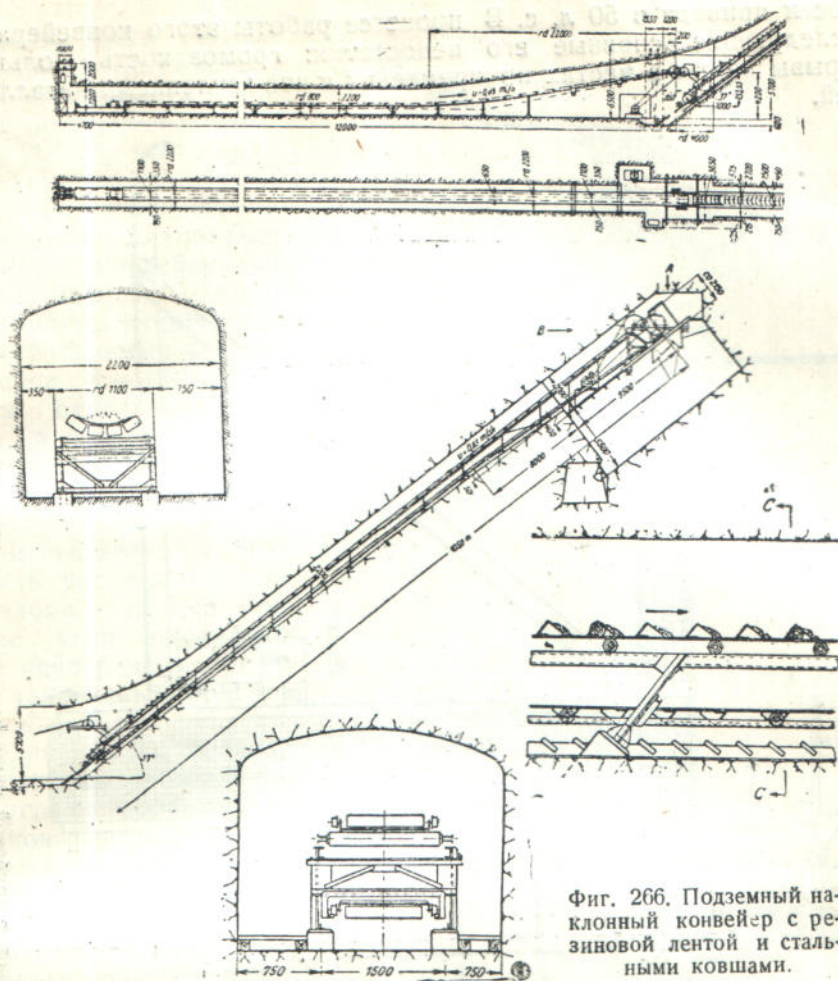
трового звена для возможности получения любой требующейся на практике длины. Отдельные секции соединяются между собой болтами, как видно в разрезе на фиг. 263, на нижней ветви. В зависимости от угла наклона и производительности, длина конвейера может достигать до 40 м. Случай применения ленточного конвейера с резиновой лентой, ходовыми роликами для обратной вет-

ви и металлическими ковшами для подачи угля на подъем в 37° дан на фиг. 266.¹

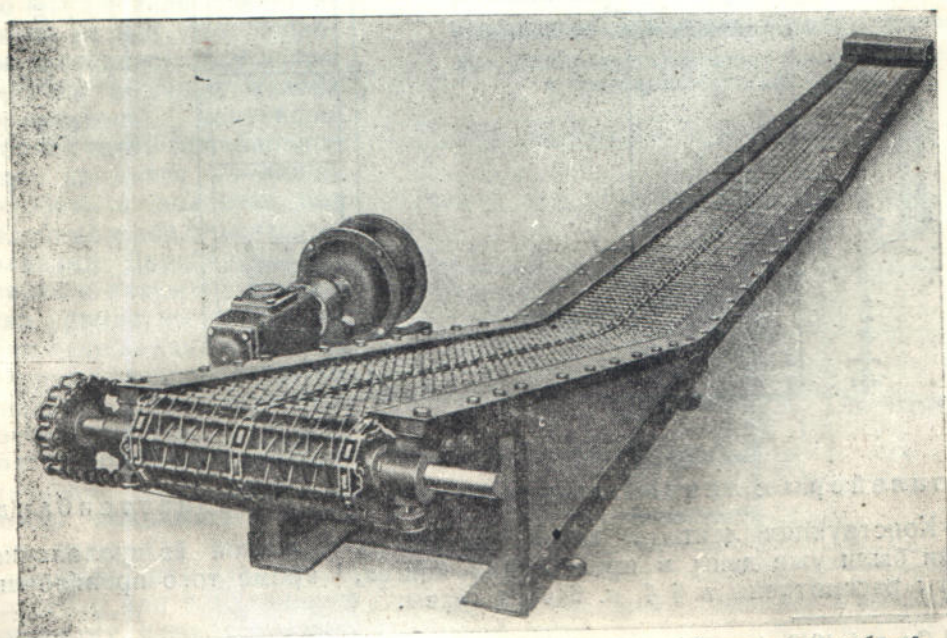
Он представляет промежуточный тип между пластинчаторезиновым конвейером и ленточным ковшевым элеватором. Ковши из трехмиллиметрового железа укреплены на ленте через 750 мм.

Груженная ветвь ленты движется по стационарным роликам, установленным на металлической поддерживающей раме, а холостая ветвь возвращается по направляющим и поддерживается ходовыми роликами, расставленными, вследствие небольшой нагрузки, на расстоянии в 3 м и потому мало отяжеляющими ленту. Длина конвейера 105 м. При скорости $0,85 \text{ м/сек}$. и ширине ленты 650 мм он подает до 100 т в час при

¹ „Fördertechnik und Frachtverkehr“, 1929, № 7, стр. 117.

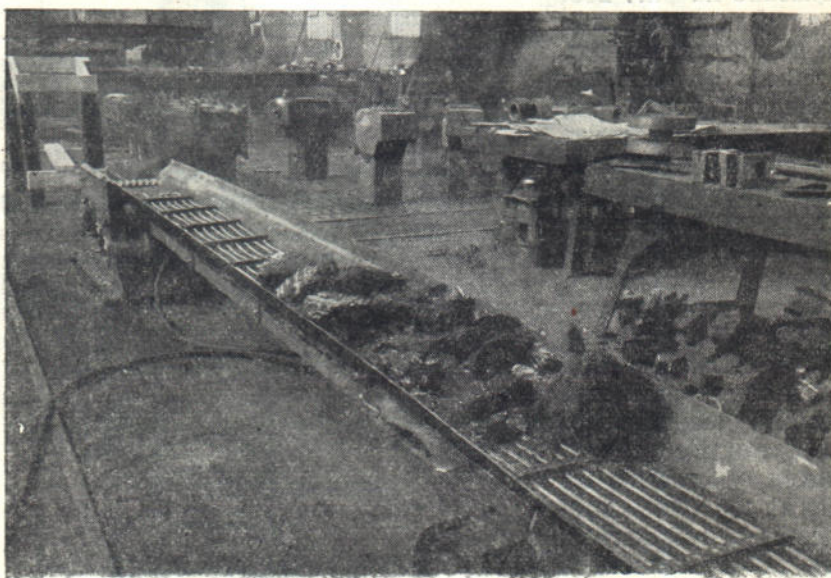
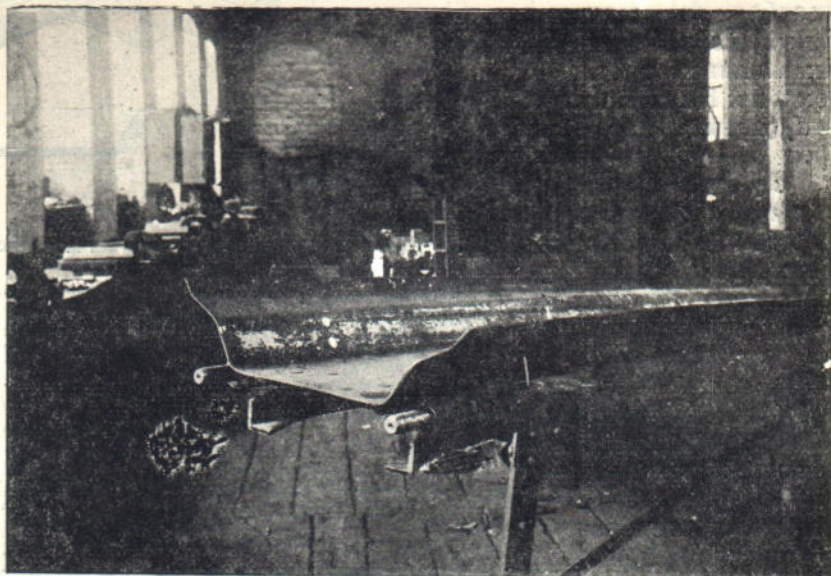


Фиг. 266. Подземный наклонный конвейер с резиновой лентой и стальными ковшами.



Фиг. 267. Сбщий вид конвейера с лентой из проволочной сетки „маттенбанд“ (Frölich und Klürfel).

Один из примеров использования конвейеров с проволочной лентой дан на фиг. 270. Конвейеры служат для подачи угля из восстающих забоев длиной 15 м каждый на собирательный качающийся конвейер, работающий по падению. Благодаря малому весу и габаритам, конвейеры указанного типа особенно удобны для применения в коротких забоях, например, при столбовой системе разработки (фиг. 271).



Фиг. 272. Конвейер с лентой из стальных канатов (Eisenhütte Westfalia).

Конвейеры с лентой из стальных канатов (многоканатные)

Этот тип конвейера, как уже упоминалось, является переходным от ленточных конвейеров к скребковым и в выполнении фирмы Eisenhütte Westfalia (фиг. 272 и 273) представляет собой конструктивное сочетание желобов и несущих канатов, близкое к конвейеру с проволочной лентой фирмы Флоттман.

Материал транспортируется стальными канатами, движущимися по дну желобов и образующими благодаря удерживающим их в определенном положении поперечным планкам как бы продольную решетку. При загрузке материала на конвейер мелочь просыпается на дно, а крупные куски остаются на поверхности канатов. Таким образом при движении материал частью волочится поперечными планками как скребками, а часть переносится канатами как лентой. Вследствие просыпания значительного количества легкого материала сквозь канаты, последние вместе со скребками частично лежат на нем и двигаются слитной массой. Благодаря этому значительно уменьшается трение скребков и канатов о желоба и износ их.

Доставка этого рода конвейером может производиться как по горизонтали, так и по восстанию и по падению. Допускаемый угол подъема по данным фирмы до 30° . Благодаря принудительному движению материала по решеткам при доставке по падению в выработке с волнистой почвой самопроизвольное скатывание и скопление материала в местах с большим углом падения, имеющее место при доставке качающимся конвейером, здесь не наблюдается.

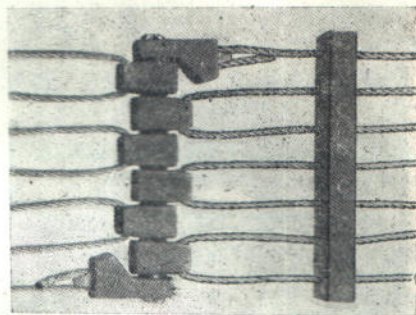
Благодаря малой высоте, конвейер может применяться в очень тонких пластах.

К решеткам снизу прикреплены продольные направляющие уголки для обратной ветви канатной ленты, которые одновременно служат и подставками для установки конвейера на почву. Для облегчения сборки, разборки и наращивания канатной ленты, она собирается из отдельных секций. Каждая секция образована одним канатом диаметра 8 мм, пропущенным несколько раз в одну и другую сторону (фиг. 273) сквозь металлические поперечные планки. Во избежание скольжения планок по канату и перекося их они склепываются из двух полос, зажимающих канат между собой. Способ соединения отдельных кусков ленты между собой виден из фиг. 274.¹

Вследствие незначительного собственного веса канатной ленты и большого допускаемого напряжения стальных канатов на разрыв, этого рода конвейеры допускают очень большую длину установки на один привод. Лента из семи канатов диаметром 8 мм по фиг. 273—274 имеет разрывное усилие около 20 000 кг.

Тяговое усилие передается на ленту зацеплением за поперечные планки, которые при огибании лентой приводного барабана ложатся в соответствующие продольные гнезда.

Как достоинство этого типа конвейеров можно отметить отсутствие всякого рода требующих смазки и надзора шарниров, как на цепных



Фиг. 273. Конструкция ленты из стальных канатов.



Фиг. 274. Соединение двух секций ленты на стыке.

¹ „Fördertechnik und Frachtverkehr“, 1931, № 15/16, стр. 249.

пластинчатых конвейерах, равно как и отсутствие всякого рода поддерживающих и направляющих роликов, а также простоту установки жолоба.

К недостаткам конвейера, не испытанного нами пока на практике, нужно, повидимому, отнести способ передачи на ленту тяговой силы, когда возможны перекосы планок и непопадание их в гнезда барабана, а также изгибы поперечных планок при попадании под них на приводных барабанах кусков породы и пр.

При сборке конвейера отдельные рештаки укладываются так же, как и при качающихся конвейерах и соединяются болтами, однако без сбалчивания их гайками. После этого в них на всю длину укладываются и соединяются между собой отдельные секции ленты, передний конец которой перебрасывается через приводной барабан и соединяется с вспомогательным канатом, идущим под желобами к ручной лебедке, устанавливаемой у натяжного конца конвейера (фиг. 275). При помощи указанной лебедки собранная ветвь ленты протаскивается по направляющим обратной ветви к концевому барабану. На желобах вновь укладываются и соединяются



Фиг. 275. Протягивание ленты вспомогательной лебедкой.

оставшиеся куски ленты. После этого соединяют верхнюю и нижнюю ветви ленты между собою и сообщают ей натяжение при помощи реечного натяжного устройства (фиг. 276).

Концевой жолоб укладывается телескопически в предыдущем и крепится к оси натяжного барабана так, что при натягивании цепи передвигается вместе с последним.

Так как при сборке конвейера не требуется сбалчивания отдельных желобов друг с другом, на установку конвейера по данным фирмы достаточно столько же времени, как и на установку качающегося конвейера, так как сборка и укладка ленты могут быть произведены за такое же время, какое требуется для сбалчивания рештаков. По сравнению с установкой ленточного конвейера, имеется кроме того то преимущество, что приводная и натяжная головки не требуют дополнительного укрепления натяжными цепями или стойками, так как по указанию фирмы жесткие стыки рештаков автоматически дают вполне достаточный распор для удержания ленты в натянутом состоянии. Благодаря возможности хорошего заполнения рештаков канатный конвейер требует меньших скоростей, что уменьшает крошение материала и истирание рештаков и ленты.

От качающихся и скребковых конвейеров этот тип конвейера отличается тем, что за исключением мелочи, которая просыпается на дно



Фиг. 276. Натягивание ленты реечным натяжным устройством.

жолоба, весь остальной материал переносится поверхностью канатной ленты, т. е. измельчение его при транспортере конвейером не происходит. Преимущество его перед качающимися конвейерами — возможность работы и по горизонтали и на подъем под углом до 30°.

10. ПРИМЕРЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Пример 1. Определить капитальные затраты и стоимость транспорта пластинчатым конвейером по штреку при длине штрека 100 м, производительности 50 т/час и работе конвейера в течение трех смен по 5 час. чистой работы в каждой. Принимаем конвейер со стационарными роликами, с лентой типа Nauhincso шириною 700 мм. Привод редукторный с мотором 14,5 квт.¹

1. Капитальные затраты и амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Единица измерения и количество	Стоимость		Амортизационные отчисления	
		единицы руб.	полная руб.	срок амортиз.	сумма амортиз. в год
Привод	1	3 000	3 000	5	600
Пластинчатая лента шириною 700 мм весом 57,7 кг (пог. м стоимостью 1,2 руб. кг). За пог. м $57,7 \times 2 \times 1,2 = 140$ р.	100 пог. м	140	14 000	4	3 500
Поддерживающие козелки с роликами и соединительными уголками весом 1 комплект—40 кг по 0,9 р. 6. кг На пог. м $(44 \times 0,9) : 2 = 20$	100 пог. м	20	2 000	4	500
Натяжное устройство	шт.	800	800	5	160
Электрооборудование	компл.	3 100	3 100	8	390
Монтаж (установка конвейера)	100 пог. м	4	400	0,5 ²	800
			23 300	—	5 950

Капитальные затраты на пог. м установки

$$\frac{23\ 300}{100} = 233 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на тонну добычи

$$\frac{5950}{345 \cdot 15 \cdot 50} = 0,023 \text{ руб.}$$

2. Эксплуатационные расходы

а) Стоимость электроэнергии

Установочная мощность мотора 14,5 квт.

Коэффициент использования с установочной мощности примем 0,75.

Расход энергии в сутки

$$W = 14,5 \cdot 0,75 \cdot 15 = 163 \text{ квтч,}$$

что при стоимости одного квтч 5 коп. составит

$$163 \cdot 0,05 = 8,15 \text{ руб.}$$

¹ Установочная мощность здесь и в других примерах определена подсчетом и принята по практическим данным.

² Срок погашения расходов по монтажу принят равным 0,5 года из условия выработки за это время данного бремсбергового участка.

б) Зарплата

Для облуживания пластинчатого конвейера на штреке принимаем по данным германской практики в смену 1 машиниста и 1 рабочего для надзора за состоянием штрека, конвейера, смазки и пр.

Зарплата с начислениями в 40% составит: (3 руб. + 1 руб. 95 коп.) 1,4 = 7,00 руб. в смену или в сутки $7 \cdot 3 = 21$ руб.

в) Ремонт и смазка

Стоимость ремонта принимаем равной 5% от капитальных затрат в год, стоимость смазки = 300 руб., что дает в сутки

$$\frac{23\,300 \cdot 0,05 + 300}{345} = 4,3 \text{ руб.}$$

Итого эксплуатационных расходов в сутки

$$8,15 \text{ руб.} + 21 + 4,30 = 33,45 \text{ руб.}$$

или на тонну добычи:

$$\frac{33,45}{50 \cdot 15} = 0,015 \text{ руб.}$$

Полная стоимость доставки 1 т

$$0,023 + 0,045 = 0,068 \text{ руб.};$$

одного тонно-километра — 0,68 руб.

Пример 2. Длина штрека 200 м. Остальные условия те же, что и в примере первом. Установочная мощность мотора 29 квт.

1. Капитальные затраты и амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Единица измерения и количество	Стоимость		Амортизационные отчисления	
		единицы руб.	полная руб.	срок амортизации	аморт. отчисл. в год
Привод редукторный 29 квт . . .	1 шт	3 500	3 500	5	700
Пластинчатая лента 700 мм . . .	200 м	140	28 000	4	7 000
Поддерживающие козелки с роликами и соединит уголками	200 м	20	4 000	4	1 000
Натяжное устройство	1 шт.	800	800	5	160
Электрооборудование	компл.	5 300	5 300	8	660
Монтаж (установка) конвейера . .	200 м	4	800	0,5	1 600
Итого			42 400		11 120

Капитальные затраты на 1 пог. м установки

$$42\,400 : 200 = 212 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на тонну:

$$\frac{11\,120}{345 \cdot 50 \cdot 15} = 0,043 \text{ руб.}$$

2. Эксплуатационные расходы

а) Стоимость электроэнергии

Установочная мощность мотора 29 квт.

Расход энергии в сутки:

$$29 \cdot 15 \cdot 0,75 = 325 \text{ квтч,}$$

стоимость ее

$$325 \cdot 0,05 = 16,26 \text{ руб.}$$

б) Зарплата

Как и в примере первом, 21 руб. в сутки.

с) Ремонт и смазка

$$\frac{42\,400 \cdot 0,05 + 600}{345} = 7,9 \text{ руб.}$$

Итого эксплуатационных расходов в сутки:

$$16,25 + 21 + 7,90 = 45,15 \text{ руб.}$$

или на тонну добычи:

$$\frac{45,15}{50 \cdot 15} = 0,06 \text{ руб.}$$

Полная стоимость доставки одной тонны

$$0,043 + 0,06 = 0,103 \text{ руб.}$$

или одного тонно-километра 0,515 руб.

Пример 3. Определить стоимость доставки пластинчатым конвейером по бремсбергу при производительности 75 т/час, длине бремсберга 300 м и угле падения 10°.

Установка состоит из двух конвейеров по 150 м с мотором 20,5 квт каждый.

1. Капитальные затраты и амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Единица измерения и количество	Стоимость		Амортизационные отчисления	
		единицы руб.	полная руб.	срок амортизации	аморт. отчисл. в год
Привод редукторный	2 шт.	3 500	7 000	5	1 400
Пластинчатая лента — 700 мм	300 м	140	42 000	4	10 500
Поддерживающие козелки с роликами и соединит. уголками	"	20	6 000	4	1 500
Натяжное устройство	2 шт.	800	1 600	5	320
Электрооборудование	2 копл.	4 300	8 600	8	1 075
Монтаж (установка) конвейера . . .	300 м	4	1 200	0,5	2 400
Итого			66 400		17 195

Капитальные затраты на 1 пог. м

$$\frac{66\,400}{300} = 221,3 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на тонну:

$$\frac{17\,195}{345 \cdot 15 \cdot 75} = 0,044 \text{ руб.}$$

2. Эксплуатационные расходы

а) Стоимость электроэнергии

Вследствие значительного угла падения, расход энергии составляет около 50% от установочной мощности.

Поэтому расход энергии в сутки:

$$W = 20,5 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 0,50 = 307 \text{ квтч,}$$

стоимость ее:

$$307 \cdot 0,05 = 15,4 \text{ руб.}$$

b) Стоимость рабсилы

$$7 \cdot 3 \cdot 2 = 42 \text{ руб. в сутки.}$$

с) Ремонт и смазка

$$\frac{66\,400 \cdot 0,05 + 300 \cdot 3}{345} = 12,2 \text{ руб.}$$

Итого эксплуатационных расходов в сутки

$$15,4 + 42 + 12,2 = 69,6 \text{ руб.}$$

или на тонну добычи:

$$\frac{69,6}{75 \cdot 15} = 0,062.$$

Полная стоимость доставки 1 т:

$$0,044 + 0,062 = 0,106 \text{ руб.}$$

или одного тонно-километра 0,353 руб.¹

Код	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена	Сумма
0001	Работа по доставке	тонно-километр	1	0,353	0,353
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
0011
0012
0013
0014
0015
0016
0017
0018
0019
0020
0021
0022
0023
0024
0025
0026
0027
0028
0029
0030
0031
0032
0033
0034
0035
0036
0037
0038
0039
0040
0041
0042
0043
0044
0045
0046
0047
0048
0049
0050

¹ Точных выводов, основанных на расчетах, о границах экономической целесообразности применения пластинчатых конвейеров, подобно тому как это было сделано в отношении ленточных и качающихся конвейеров (см. ч. II), здесь не приводим, так как некоторые из числовых данных расчетов, заимствованные из иностранной практики, не проверены в наших условиях.

ГЛАВА II

КОВШЕВЫЕ ЭЛЕВАТОРЫ¹

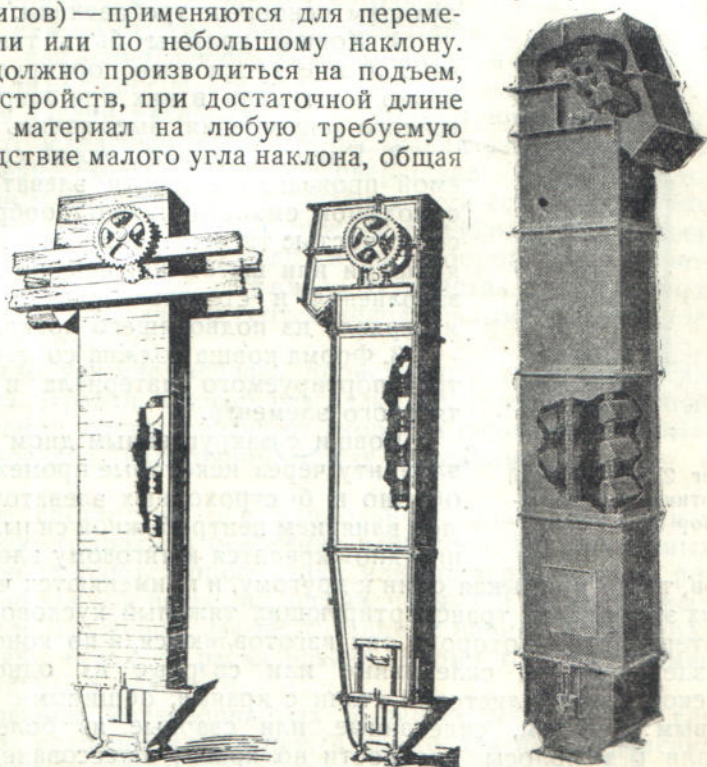
§ 1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО, СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ И КЛАССИФИКАЦИЯ

1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Рассмотренные типы транспортных устройств с тяговым гибким элементом — ленточные, скребковые² и пластинчатые конвейеры (за исключением специальных типов) — применяются для перемещения по горизонтали или по небольшому наклону. Если перемещение должно производиться на подъем, то каждое из этих устройств, при достаточной длине его, может поднять материал на любую требуемую высоту. Однако вследствие малого угла наклона, общая длина установки при большой потребной разности уровней получается значительной, отчего капитальные затраты на установку и стоимость ее эксплуатации соответственно возрастают. Кроме того, далеко не всегда транспортные устройства с малым углом наклона могут быть применены по местным условиям.

В таких случаях, когда перемещение производится по вертикали или под большим углом к горизонту, может быть применен ковшевой элеватор.

Ковшевой элеватор (фиг. 277 и 278) состоит из бесконечного тягового элемента — гибкой ленты, цепей или каната, к которым через равные расстояния прикреплены ковши, несущие транспортируемый материал. Лента, цепи или канат огибают верхний и нижний барабаны, из коих первый делается обычно приводным, а второй — натяжным. Подача материала

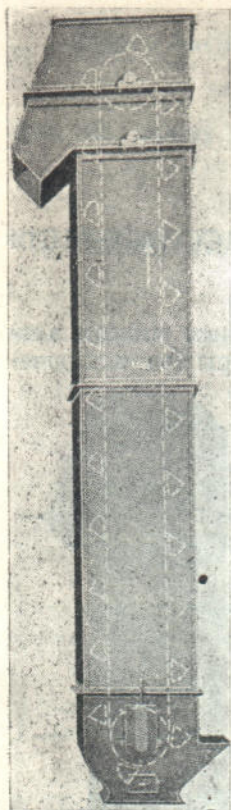


Фиг. 277. Одноцепной вертикальный элеватор (Link-Belt и Jeffrey).

¹ Becherwerke mit festen Bechern, Elevatoren (нем.). Bucket Elevators (англ.).

² См. „Конвейерные установки“, ч. I.

к элеватору производится у нижнего барабана по спускному лотку или с помощью специального питающего приспособления. Материал, подводимый таким способом к охватывающему нижний барабан „башмаку“, либо попадает в ковши непосредственно, либо зачерпывается ковшами и поднимается наверх. При огибании заполненными ковшами верхнего барабана материал из них высыпается и отводится в сторону разгрузочным лотком.



Фиг. 278. Ленточный вертикальный элеватор (Chain Belt).

Таким образом ковшевой элеватор состоит из следующих элементов:

1. Несущий элемент—ковши („корцы“ или „черпаки“).
2. Тяговый элемент (лента, цепь или канат) для крепления к нему ковшей и передачи тягового усилия от приводного барабана.
3. Приводная головка с отводящим лотком.
4. Нижний башмак с подводящим лотком и натяжным устройством.
5. Станина и кожух элеватора.
6. Двигатель и передаточный механизм.

Приведем краткую характеристику составных частей элеватора.

Элеваторные ковши должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Ковши должны быть таких размеров, чтобы наибольшие куски транспортируемого материала свободно поступали в них при загрузке и свободно, без всякого защемления, высыпались при разгрузке.

2. Емкость ковшей должна соответствовать требуемой производительности элеватора. При выборе необходимой емкости нужно сообразоваться не только со скоростью тягового элемента и расстоянием между ковшами или шагом ковшей, но и с коэффициентом их заполнения и степенью равномерности поступления материала из подводящего лотка.

3. Форма ковша должна соответствовать характеру транспортируемого материала и скорости движения тягового элемента.

Ковши с закругленным дном крепятся к тяговому элементу через некоторые промежутки и применяются обычно в быстроходных элеваторах, разгружающихся под влиянием центробежной силы. Ковши с остроугольным дном крепятся к тяговому элементу без промежутков, тесно примыкая один к другому, и применяются чаще всего в тихоходных элеваторах, транспортирующих тяжелый кусковой материал. По роду материала, из которого они изготавливаются, и по конструкции ковши подразделяются на склепанные или сварные из одного или нескольких кусков тонкой листовой стали с краями, обшитыми для прочности полосовым железом, склепанные или сварные из более толстой листовой стали без полосы прочности по краям, прессованные из одного куска листовой стали и литые из ковкого чугуна.

Тяговый элемент. Элеваторные цепи должны удовлетворять следующим общим требованиям: 1) иметь прочность, достаточную для передачи рабочего натяжения без перенапряжения; 2) гибкость при огибании приводного барабана или цепной звездочки и жесткость в боковом направлении должны быть таковы, чтобы не допустить бокового колебания ковшей и 3) обладать достаточной поверхностью трения в шарнирах для избежания слишком быстрой разработки и износа цепей.

Элеваторные ленты применяются почти исключительно резиновые или балатовые. Они должны обладать достаточной гибкостью для плотного огибания барабанов, достаточной шириной для крепления ковшей и

толщиной (количество прокладок) для передачи рабочего натяжения. Кроме того, они должны возможно меньше вытягиваться. Ленты из стальной проволоки и стальные канаты нашли ограниченное применение в качестве тягового элемента в ковшевых элеваторах.

Привод элеватора при шарнирных и сварных корабельных калиброванных цепях осуществляется зацеплением на зубчатых звездочках, при некалиброванных корабельных цепях, канатах и лентах — трением на гладких блоках или барабанах.

В отличие от передающих тяговое усилие тоже трением ленточных транспортеров, на которых для увеличения силы сцепления применяются приводы с большим углом обхвата на одном или двух приводных барабанах, на ленточных элеваторах угол обхвата не может быть взят больше 180° , так как установка на них отклоняющих барабанов, которые лента огибала бы лицевой стороной, невозможна. Однако естественное натяжение, получающееся от веса обеих ветвей, понижает усилие, которое должно быть передано от натяжного устройства.

Загрузку элеваторов тихоходного типа с непрерывно расположенными ковшами легко производить, подавая материал при помощи подводящего лотка непосредственно в ковши. Особенно это удобно в наклонных элеваторах, когда материал, просыпавшийся из одного ковша, подхватывается следующим за ним. В быстроходных элеваторах с центробежной разгрузкой, скорость движения которых от 1 до 3 и даже больше м/сек., подводить материал непосредственно в ковши нерационально, так как, вследствие ударов частиц материала о быстродвижущийся навстречу ковш и присходящего вследствие этого отбрасывания назад и рассыпания материала, заполнение ковшей весьма несовершенно.

Лучшее заполнение в таких случаях обеспечивается ссыпанием материала в башмак, из которого огибающие нижний барабан ковши производят зачерпывание. Одновременно башмак служит опорой для подшипников вала нижнего барабана и для натяжного устройства. В некоторых случаях подшипники нижнего вала делаются неподвижными и натяжное устройство переносится вверх.

Разгрузка материала, как упоминалось, происходит в то время, когда ковши огибают верхний барабан. Способ разгрузки материала из ковшей и расположение отводящего лотка зависят от скорости тягового элемента, диаметра верхнего барабана, расстояния между соседними ковшами и формы ковшей.

Станину элеватора составляют две продольные балки или фермы, соединяющие приводную головку и основание элеватора. На наклонных элеваторах на балках монтируются проводники или поддерживающие ролики для грузовой и порожней ветви, на легких цепных и на ленточных элеваторах — только для грузовой. На вертикальных цепных элеваторах проводники предохраняют ветви от раскачивания. Кроме того на станине часто монтируется приводной механизм.

При транспортировании мелкозернистых пылящих материалов, для предохранения их от рассеивания и сдувания, а также для предохранения материала от атмосферного действия в тех случаях, когда элеватор устанавливается вне здания, обе ветви заключаются в трубу прямоугольного сечения или „кожух“.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕВАТОРОВ

Для рассмотрения конструктивных и эксплуатационных свойств элеваторов их наиболее удобно подразделить на классы по следующим характерным признакам:

- а) способ загрузки и разгрузки транспортируемого материала,
- б) способ размещения ковшей на тяговом элементе,
- в) тип тягового элемента,
- г) направление движения материала (по вертикали или по наклону).

а) *Способ загрузки и разгрузки материала* из ковшей элеватора — наиболее существенный признак, характеризующий его работу, даже влияющий на всю конструкцию элеватора, его общий вес и стоимость. По этому признаку элеваторы разбиваются на две группы: первая — элеваторы, в которых материал разгружается из ковшей главным образом под действием центробежной силы, или так называемые „быстроходные“ элеваторы с центробежной разгрузкой и вторая — элеваторы, на которых влияние центробежной силы при огибании барабана незначительно и разгрузка происходит почти исключительно под действием силы тяжести.

Выбор того или иного типа элеватора зависит преимущественно от характера транспортируемого материала. Элеваторы с центробежной разгрузкой применяются, главным образом, для подъема таких материалов, как дробленый и пылевидный уголь, зерно, зола, песок, мелкий гравий и т. п.

Ограничительные признаки для материалов, которые можно с успехом перемещать на элеваторах с центробежной разгрузкой обуславливаются большой рабочей скоростью ковшей, необходимой для создания достаточной центробежной силы.

Для облегчения высыпания транспортируемый материал не должен быть влажным и липким, иначе он спрессовывается в ковше, прилипает к его стенкам, забивает углы и не успевает выгрузиться при движении ковша по дуге и ковш либо не опорожняется вовсе, либо содержимое его осыпается при движении на нисходящей ветви обратно в башмак.

Если загрузка производится при высокой скорости, материал не должен содержать особенно крупных кусков, так как иначе ковши испытывали бы и передавали на тяговый элемент значительные удары и толчки, могущие повлечь быстрый износ и поломку ковшей и даже повреждение цепей.

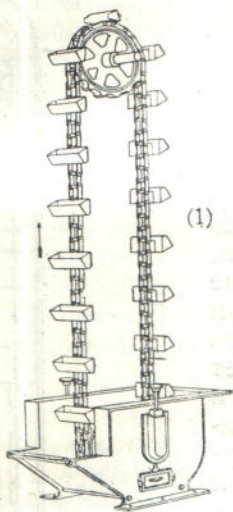
Кроме того, подвод материала к быстроходному элеватору должен производиться равномерно, в количестве, не превышающем его пропускной способности, так как иначе скапливающийся в башмаке материал ухудшает условия загрузки.

При мелкозернистом и нестирающемся материале такое накопление в башмаке вызывает только повышенный расход энергии на зачерпывание, но не угрожает прочности ковшей, напротив, при зачерпывании этим способом тяжелых кусковатых и стирающих (абразивных) материалов износ ковшей непомерно возрастает. Поэтому на быстроходных элеваторах всегда желательно, чтобы были установлены питатели, а при кусковатых и тяжелых материалах это даже необходимо.

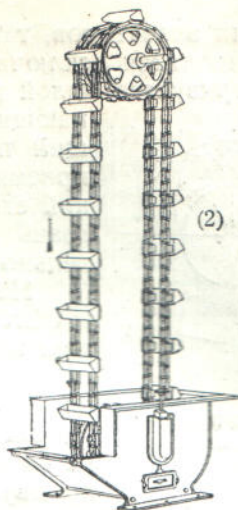
Примеры элеваторов с центробежной разгрузкой — одноцепного, двухцепного и ленточного — приведены на фиг. 279 (поз. 1, 2 и 3). Как видно из этих фигур, на всех трех конструкциях ковши укреплены с некоторыми промежутками. Менее характерно для центробежных элеваторов непрерывное расположение ковшей на тяговом элементе один вслед за другим без промежутков. Непрерывное крепление ковшей к ленте применяется только в элеваторах, транспортирующих зерно.¹ Следует обратить внимание на характерное для центробежных элеваторов устройство башмака: передняя стенка делается наклонной и нижний край ее подводится к самому дну башмака. Это делается с той целью, чтобы материал из подводящего лотка не попадал непосредственно в ковши, а поступал бы сперва на дно башмака, с которого производится зачерпывание.

При одинаковой производительности центробежные элеваторы легче и, следовательно, дешевле других видов элеваторов. Меньший вес их конструкции достигается благодаря высокой рабочей скорости, а следовательно большой „оборачиваемости“ ковшей.

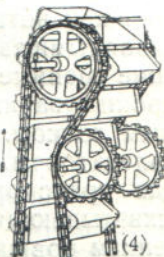
¹ См., например, Aumund, Hebe und Förderanlagen, I, 1926, стр. 208, фиг. 237.



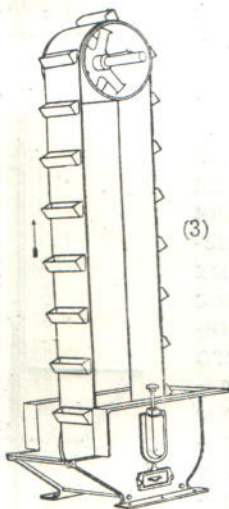
(1)



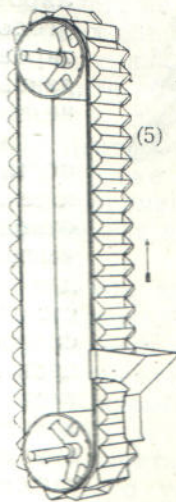
(2)



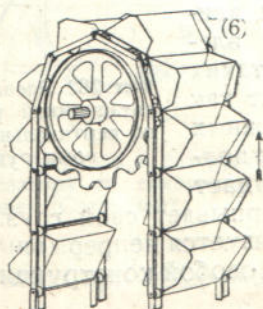
(4)



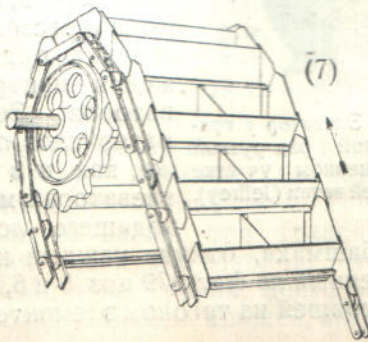
(3)



(5)



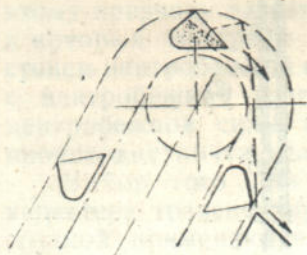
(6)



(7)

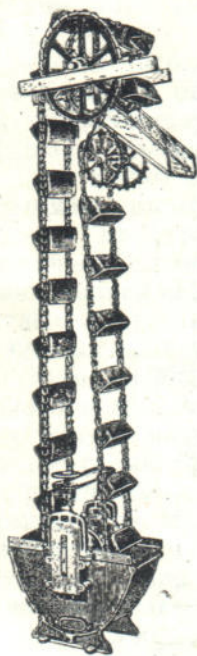
Фиг. 279. Типы ковшевых элеваторов.

Другой тип элеваторов, так называемых „гравитационных“, разгрузка которых производится исключительно под действием силы веса материала, характеризуется малой рабочей скоростью. Для того чтобы высыпавшийся из ковшей материал, свободно падающий по близкой к отвесной линии, попадал на приемный лоток, весь элеватор или только верхний его участок должен иметь наклон и верхняя грань лотка должна быть расположена относительно элеватора так, как показано на фиг. 280.



Фиг. 280. Разгрузка наклонного тихоходного элеватора.

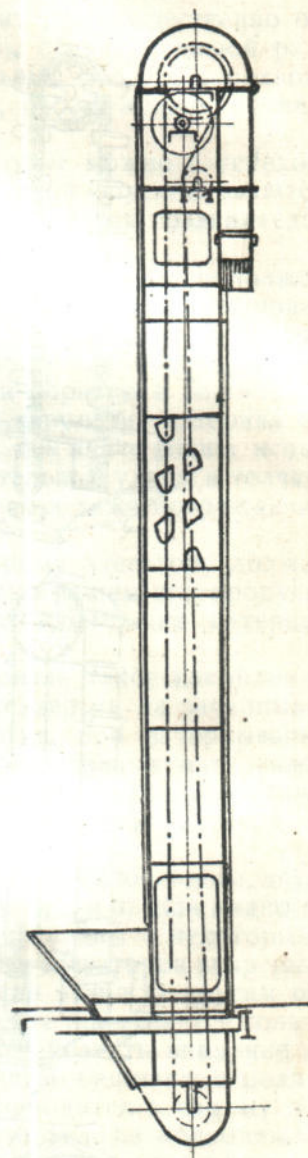
ответственно непрерывной лентой и с промежуточками. На нисходящей ветви элеватора непосредственно под приводными звездочками установлены две отклоняющие цепные звездочки, служащие для полного опрокидывания ковшей с материалом над разгрузочным лотком. В противоположность быстроходным элеваторам, тихоходный тип может применяться для транспортирования влажных и даже слегка схватывающихся материалов, прилипающих к стенкам ковша, как например, гранулированный шлак, бурый уголь и т. п. Для транспортирования этих материалов данный тип элеватора почти незаменим.



Фиг. 281. Элеватор с гравитационной разгрузкой на отклоненном участке нисходящей ветви (Jeffrey).

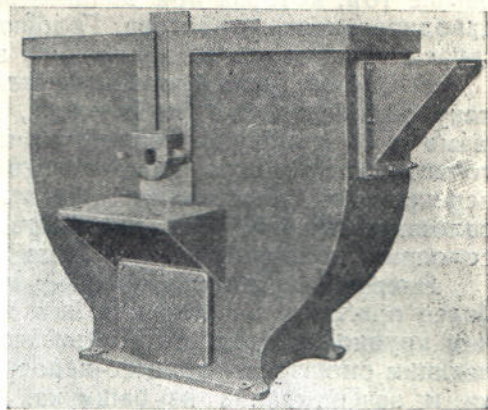
Вследствие малой скорости (в среднем 0,4—0,6 м/сек.), опрокинутые над отводящим лотком ковши имеют достаточно времени для полной разгрузки. Вместе с тем применение малых скоростей уменьшает износ цепи и ковшей и увеличивает срок службы всего элеватора. Тихоходные элеваторы этого типа пригодны также для транспортирования легких пылевидных материалов, которые сдуваются и рассеиваются струей воздуха при быстром движении центробежных элеваторов. Загрузка таких материалов происходит так же, как и в центробежных элеваторах: материал из подводящего лотка попадает

на дно башмака, откуда каждый ковш зачерпывает свой груз. Элеватор, изображенный на фиг. 279 поз. 5 и 6, характеризуется непрерывным расположением ковшей на тяговом элементе (ленте) и особой конструкцией ковшей.



Фиг. 282. Элеватор с гравитационной разгрузкой по вертикальному спускному рукаву.

Когда тяговый элемент огибает верхний барабан, материал из каждого ковша разгружается на спинку соседнего вперед идущего ковша, имеющую форму лотка для направления струи материала. Такое устройство дает возможность разгружать материал на отводящий лоток при малой скорости движения тягового элемента и при вертикальном расположении ветвей. Способ разгрузки и загрузки материала схематически изображен на фиг. 284. По подводящему лотку, установленному с небольшим зазором к внешней грани ковшей, выше оси нижнего барабана на длину двух-трех шагов ковшей, материал поступает в них непосредственно. Для того чтобы материал не просыпался в сторону, подводящий лоток делается обычно несколько уже ширины ковша (фиг. 283). При указанном способе загрузки почти не приходится зачерпывать материал из башмака. Благодаря этому такие элеваторы широко применяются для перемещения кусковых и острогранных трудно зачерпываемых материалов, или мелкозернистых, но не слипающихся и не прилипающих к стенкам, например на дробильных фабриках известняка и камня, на цементных заводах, на угольной подготовке коксовых заводов и т. п.



Фиг. 283. Башмак для зачерпывания с подводящим суженным лотком (Stephens-Adamson).

Ссыпание материала при разгрузке происходит почти без свободного падения с высоты, со скоростью, не увеличенной центробежной силой, что является также достоинством этого типа при перемещении хрупких кусковых материалов, например кокса, кускового угля.

Малая скорость движения и отсутствие черпания освобождает, кроме того, тяговый элемент от добавочных динамических напряжений, уменьшает износ ковшей и значительно увеличивает срок службы установки. Чтобы совершенно исключить работу черпания, элеватор часто устраивают без закрытого башмака, который при таком способе загрузки ковшей становится ненужным (фиг. 284, 286, 418 и др.). Элеваторная яма должна быть при этом достаточных размеров, чтобы легко можно было периодически удалять из нее накопившийся вниз, случайно прославшийся мимо ковшей материал. Последнее особенно важно при транспортировании таких материалов, как руда, камень, зола, гравий, легко могут их повредить ковши при зачерпывании. Рабочая скорость ковшей, по данным

Фиг. 284. Схема загрузки и разгрузки вертикального элеватора со сплошной цепью ковшей (Chain Belt). The diagram shows a vertical shaft with two large sprockets at the top and bottom. A chain with buckets is attached to these sprockets. Material is shown being loaded into the buckets from a chute at the top and being discharged from the buckets at the bottom. A small inset diagram shows a detail of the bucket's discharge mechanism.

Фиг. 284. Схема загрузки и разгрузки вертикального элеватора со сплошной цепью ковшей (Chain Belt).

повредить ковши при зачерпывании. Рабочая скорость ковшей, по данным

фирмы Chain Belt колеблется в пределах от 0,3 до 0,6 м/сек. Для уменьшения износа, ее рекомендуется принимать возможно более низкой, не выше той, которая при данных размерах обеспечивает потребную производительность элеватора. Головка такого же по способу загрузки и разгрузки типа тяжелого наклонного элеватора показана на фиг. 279, поз. 7.

б) *Способ расположения ковшей на тяговом элементе.* По этому признаку различают, как упоминалось, элеваторы с интервалами между ковшами и со сплошным непрерывным расположением ковшей. К промежуточному типу можно отнести элеваторы с просветами между ковшами, перекрытыми пластинами, образующими вместе со спинками ковшей сплошное полотно (фиг. 285), а также ленточные элеваторы, на которых сплошное полотно образует сама лента.

Элеваторы первого рода — с интервалами между ковшами — более пригодны для перемещения мелкокусковых и зерновых материалов, чем крупнокусковых. Это объясняется способом их загрузки, представляющим смешанный процесс непосредственного заполнения ковшей с лотка и зачерпывания из башмака. Такой способ определяется тем, что часть материала, загружаемая в ковши с лотка, неизбежно просыпается через просветы и зачерпывается следующими ковшами, а между тем крупнокусковой материал представляет наибольшие трудности для зачерпывания.

Чем дальше расставлены ковши, тем больше материала накапливается в башмаке и тем значительнее работа зачерпывания. При крупнокусковом материале она возрастает еще и потому, что такой материал требует больших ковшей независимо от производительности, так что при умеренной производительности промежутки между ковшами возрастают. Максимальный размер кусков транспортируемого этими элеваторами материала доходит до 100—125 мм при условии, что они составляют не больше 10% общего объема материала и что подача материала производится при помощи специального питающего приспособления.

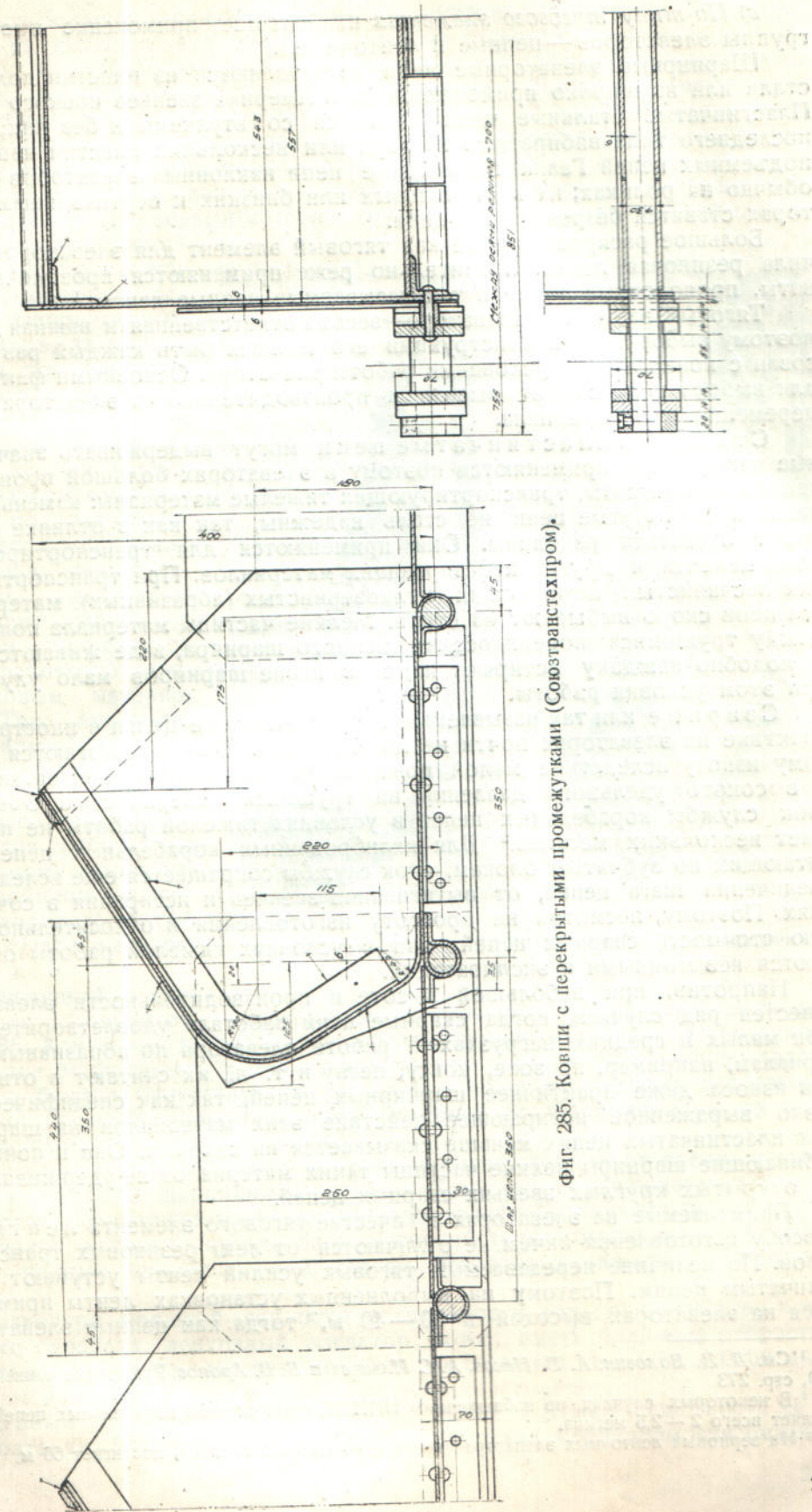
При транспортировании зерна установка питающего приспособления на таких элеваторах становится излишней, так как ковши свободно проходят через любое накопление зерна и при этом мало изнашиваются. При транспортировании гравия, песка, золы и т. п. истирающих материалов нужно по возможности ограничивать работу черпания. Особенно следует остерегаться подачи материала сразу большими порциями в башмак, так как при этом наблюдается завал нижнего барабана, могущий послужить причиной поломки ковша или даже разрыва цепи и полной остановки элеватора. Материал в таких случаях должен подаваться равномерной струей.

Элеваторы с непрерывными ковшами применяются при транспортировании крупнокускового материала и при большой потребной производительности. В отличие от предыдущего типа, работа зачерпывания на этих элеваторах значительно меньше, так как почти вся струя материала попадает непосредственно в ковши.

Размеры ковшей при крупнокусковом материале определяются, как упоминалось, величиной кусков. Поэтому, если заданная производительность невелика, то при типе элеваторов со сплошными ковшами действительная возможная производительность может значительно превысить потребную, вследствие чего элеватор работает с низким коэффициентом заполнения и получается излишне тяжелым и дорогим по первоначальной стоимости.

В таких случаях рациональнее применить элеватор с промежутками между ковшами, но для предохранения от просыпания через просветы — закрыть их щитами (фиг. 285).

Элеваторам этой группы присущи достоинства обоих предыдущих типов: при доведении работы черпания до минимума они дают возможность не увеличивать излишне вес движущихся частей.



Фиг. 285. Кровли с перекрытыми промежутками (Союзтранстехпром).

с) По типу тягового элемента наибольшее применение имеют две группы элеваторов — цепные и ленточные.

Шарнирные элеваторные цепи изготавливаются из пластин полосовой стали или из широко применяющихся в Америке звеньев ковкого чугуна. Пластинчатые стальные цепи делаются со втулками и без них; звенья последнего типа набираются из двух или нескольких пластин наподобие подъемных цепей Галля. Шарнирные цепи наклонных элеваторов делают обычно на роликах; на вертикальных или близких к вертикальным элеваторам ставятся безроликовые цепи.

Большое распространение как тяговый элемент для элеваторов получила резиновая лента. Значительно реже применяются проволочные канаты, проволочные ленты и так называемые цепные ленты.¹

Тяговый элемент на элеваторе — весьма ответственная и важная деталь, поэтому выбор типа и конструкции его должен быть каждый раз согласован с конкретными условиями работы элеватора. Основными факторами для выбора типа служат высота и производительность элеватора и род перемещаемого материала.

Стальные пластинчатые цепи могут выдерживать значительные нагрузки и применяются поэтому в элеваторах большой производительности и высоты, транспортирующих тяжелые материалы: камень, руду, уголь и т. п. Литые цепи не столь надежны, так как в отливке всегда могут оказаться раковины. Они применяются для транспортирования угля, цемента и других неистирающих материалов. При транспортировании песчанистых истирающих мелкозернистых (абразивных) материалов эти цепи скоро выбывают из строя. Мелкие частицы материала попадают между трущимися поверхностями цепного шарнира, задерживаются там и подобно наждаку истирают их; смазывание шарниров мало улучшает при этом условия работы.

Сварные или так называемые корабельные цепи в иностранной практике на элеваторах почти не применяются. Они подвергаются быстрому износу вследствие малой поверхности соприкосновения на звеньях и высокого удельного давления на трущихся поверхностях. Обычный срок службы корабельных цепей в условиях тяжелой работы не превышает нескольких месяцев.² Для калиброванных корабельных цепей, работающих по зубчатым блокам, срок службы сокращается еще вследствие увеличения шага цепей, от вытягивания звеньев и истирания в сочленениях. Поэтому, несмотря на простоту изготовления и относительно низкую стоимость сварных цепей, они в условиях тяжелой работы оказываются невыгодными в эксплуатации.

Напротив, при небольшой высоте и производительности элеватора известен ряд случаев, когда сварные цепи работали удовлетворительно. При малых и средних нагрузках и работе элеватора по абразивным материалам, например, по золе, коксу, песку и т. д., их считают в отношении износа даже практичнее шарнирных цепей, так как специфическое, резко выраженное истирающее действие этих материалов на шарнирных пластинчатых цепях меньше сказывается на сварных. Оно и понятно, забивающие шарниры мелкие частицы таких материалов не удерживаются на открытых круглых звеньях сварных цепей.

Применяемые на элеваторах в качестве тягового элемента ленты по способу изготовления ничем не отличаются от лент резиновых транспортеров. По величине передаваемых тяговых усилий ленты уступают пластинчатым цепям. Поэтому на выполненных установках ленты применяются на элеваторах высотой в 30—40 м,³ тогда как цепные элеваторы

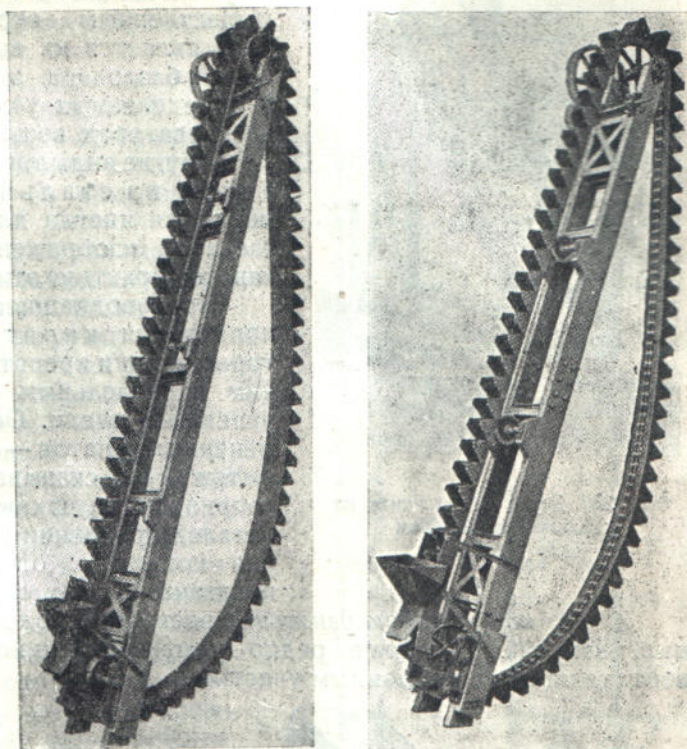
¹ См. Д. З. Воловик, А. В. Некоз, А. С. Ильичев и Б. В. Аронов, Рудничные конвейеры, 1929, стр. 273.

² В некоторых случаях, по наблюдениям НИИПТ, срок службы корабельных цепей составляет всего 2—2,5 месяца.

³ На зерновых ленточных элеваторах высота, по данным Hetzel'я, достигает 66 м.

даже при большей производительности достигают высоты в 50 и 60 м. Однако на практике это обстоятельство не является большим недостатком, так как обычные высоты элеваторов не превосходят указанных пределов для лент. Так, стандарты американских фирм предусматривают две группы элеваторов — до 12 м высотой и от 12 до 24 м. Союзтранстехпром изготавливает стандартные элеваторы высотой до 25 м. Более высокие элеваторы требуются сравнительно мало.

По сравнению с цепными элеваторами, особенно на пластинчатых цепях, ленточные элеваторы имеют менее жесткое и прочное крепление ковшей; поэтому рационально их применять для перемещения сыпучих и мелкокусковых материалов, не оказывающих при черпании большого сопротивления. В случае же установки питателя, гарантирую его от накопления материала в башмаке, и подвода основной массы материала в ковши непосредственно, ленточные элеваторы могут с успехом применяться и для работы по крупнокусковым материалам. Так, американские фирмы Link-Belt и Stephens-Adamson изготавливают стандартные элеваторы этого типа для работы по дробленому камню из-под дробилок и т. п. — производительностью до 400 т/час и высотой до 24 м.



Фиг. 286. Наклонный ленточный элеватор со сплошными ковшами (Link-Belt).

Ленточный элеватор для материалов с крупностью кусков до 125 мм изображен на фиг. 286. Как видно из рассмотрения конструкции элеватора, загрузочное отверстие подводящего лотка несколько уже ширины ковша, внизу лоток открыт, башмак отсутствует и питание ковшей происходит без зачерпывания. Случайно просыпавшийся материал грузится вручную из элеваторной ямы в ковши.

В некоторых отношениях ленточные элеваторы имеют преимущества перед цепными с шарнирными цепями. Так, ленты успешно могут конкурировать с шарнирными цепями при транспортировании истирающих материалов, которые гораздо больше способствуют быстрому разрабатыванию цепных шарниров, чем износу резинового защитного покрова ленты.

Благодаря большей гибкости и плавности хода при огибании приводного барабана, ленточный элеватор может иметь большую скорость, чем (при той же производительности) достигаются меньшие габаритные размеры и меньший собственный вес всей конструкции.

Ценным качеством ленты является также высокая надежность ее в эксплуатации, более простой уход и отсутствие необходимости смазки.

В противоположность цепям, разрыв которых происходит часто неожиданно и внезапно, разрыв ленты, представляющий в работе элеваторов очень редкое явление, может быть предвиден по состоянию ленты заранее и предусмотрен соответственным ремонтом.



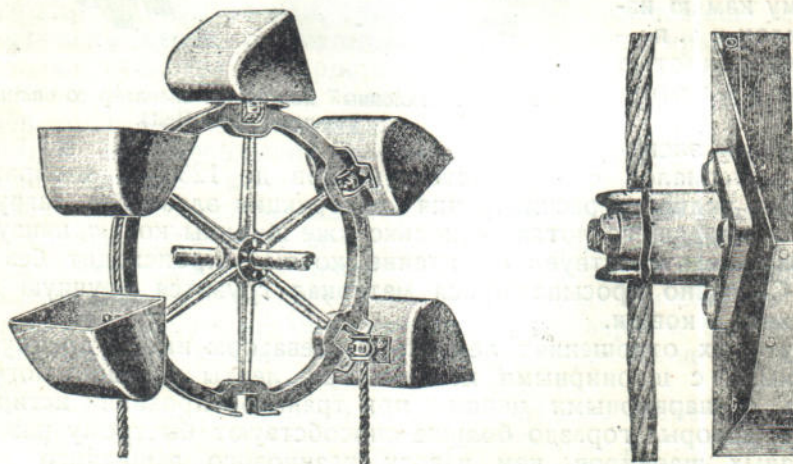
Фиг. 287. Элеватор на ленте из стальной проволоки (Luis Hermann).

Менее благоприятные условия для лент дает работа по горячим, разъедающим и сильно влажным и липким материалам. Смачивание и загрязнение ленты в последнем случае влечет скольжение ленты по барабану и уменьшение тяговой силы. Кроме того, существенным отрицательным свойством лент является их вытягиваемость и требующаяся благодаря этому перешивка. Все же в определенных условиях применение лент на элеваторах весьма рационально.

Другие виды тягового элемента, например лента из стальной проволоки, применяются иногда для легкой работы. Такой элеватор изображен на фиг. 287. В американской практике эти элеваторы не прижились.

Производившиеся в Америке попытки применения канатных элеваторов, в которых ковши крепятся к одному или нескольким параллельным стальным канатам, тоже успеха не имели. Основная трудность в применении канатов — борьба с последствиями вытяжки их, сказывающейся особенно неблагоприятно на шкивах при проходе по ним деталей крепления ковшей. Способы крепления ковшей к одному и к двум канатам показаны на фиг. 288.

d) По направлению движения элеваторы подразделяются на вертикальные, наклонные и более редко употребляющийся промежуточный тип с вертикальным и наклонным участком.



Фиг. 288. Деталь одно- и двухканатного элеватора.

Вертикальные элеваторы, как быстроходные, с центробежной разгрузкой, употребляются почти исключительно для транспортирования легко зачерпываемых материалов, например мелкий каменный уголь, руда в мелких кусках, цемент, мука, зерно и т. п. Несколько типов вертикальных элеваторов показаны на помещенных выше фигурах. Еще один верти-

альный элеватор, в котором ковши через промежутки крепятся к двум калиброванным корабельным цепям или к одной или двум стальным шарнирным цепям изображен на фиг. 289. По данным проф. Аумунда, корабельные цепи применяются почти исключительно на вертикальных элеваторах. Необходимая рабочая скорость на вертикальном элеваторе, определяемая в зависимости от диаметра верхних блоков, практически принимается не ниже 0,8 м/сек.

Применение наклонных элеваторов может быть вызвано либо взаимным расположением приемного и разгрузочного пункта, либо характером транспортируемого материала.

При выборе угла наклона элеватора сообразуются с условиями его питания и разгрузки, с получающейся длиной, стоимостью и весом при заданной высоте подъема, возрастающих при уменьшении угла наклона, а также с расходом энергии на трение на наклонных проводниках.

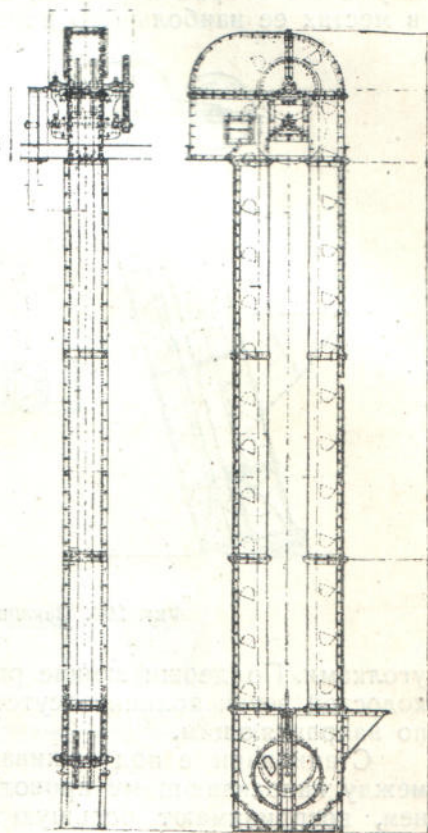
Обычный угол наклона принимается в 60—70°, однако в отдельных случаях, в зависимости от горизонтального расстояния между точками загрузки и разгрузки, угол наклона назначается больше или меньше указанной величины.¹

Для транспортирования крупнокускового твердого материала, как кокс, щебень, руда, камень от дробилок и т. п., применяются, как упоминалось, тихоходные, а следовательно наклонные элеваторы и притом в зависимости от свойств транспортируемого материала одного из двух рассмотренных видов: с промежутками между ковшами и зачерпыванием из башмака и со сплошным рядом ковшей и с загрузкой в них непосредственно. Для сравнения расположения загрузочной воронки оба типа показаны вместе на фиг. 290.

Тяговым элементом на наклонных элеваторах служат длиннозвенные цепи, обычно с шагом звена от 300 до 500 мм.

Как редко встречающийся случай, приводим пример наклонного элеватора с корабельными цепями (фиг. 291). Как видно из чертежа, спинка ковша крепится к двум корабельным цепям. На каждом третьем ковше цепи соединены между собой поперечной осью, на концах которой сидят ходовые ролики, катящиеся по направляющим уголкам. На поперечном сечении ясно видно крепление направляющих углов к внутренней стороне кожуха и соединение цепей с ходовыми роликами. Так как в данном случае ковши загружаются путем зачерпывания материала со дна башмака, то для уменьшения износа их черпающий край укреплен полосой железа.

При углах наклона от 60 до 90° по нормам Шахтостроя применяются безроликовые цепи, скользящие по направляющим уголкам. К уголкам укреплены болтами с потайными головками сменные железные полосы.

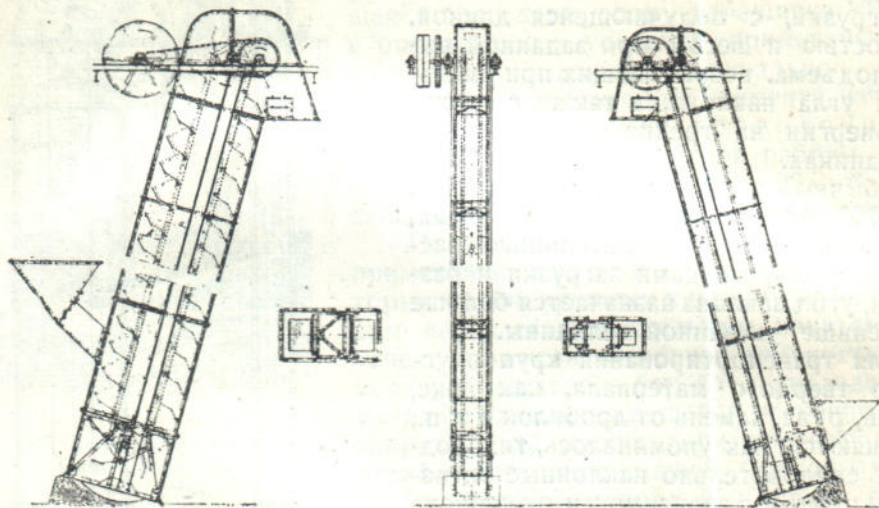


Фиг. 289. Вертикальный элеватор на двух корабельных или шарнирных цепях (АТГ).

¹ Промежуточные типы: элеваторы—пластинчатые ленты с перегородками см. фиг. 167—9.

Время от времени изнашивающиеся полосы заменяются новыми. При углах наклона от 45 до 60° предусмотрены цепи с ходовыми роликами.

Наклонные элеваторы, обслуживаемые безроликовыми цепями, снабжены на верхней грузовой ветви стационарными поддерживающими роликами. На фиг. 292¹ даны два поперечных сечения наклонных элеваторов с шарнирными цепями, ковши укреплены на этих цепях спинками. На одном элеваторе цепь роликовая, на другом безроликовая. Безроликовая цепь показана в том положении, когда она проходит над стационарным роликом, поддерживающим верхнюю грузую ветвь, и скользящие лапы, служащие опорой порожней ветви и частичной опорой на грузовой ветви в местах ее наибольшего провеса, слегка приподняты над направляющими



Фиг. 290. Наклонный элеватор двух типов (ATG).

уголками. Поддерживающие ролики снабжены штауферной смазкой. На холостой ветви ролики отсутствуют и лапы ковшей все время скользят по направляющим.

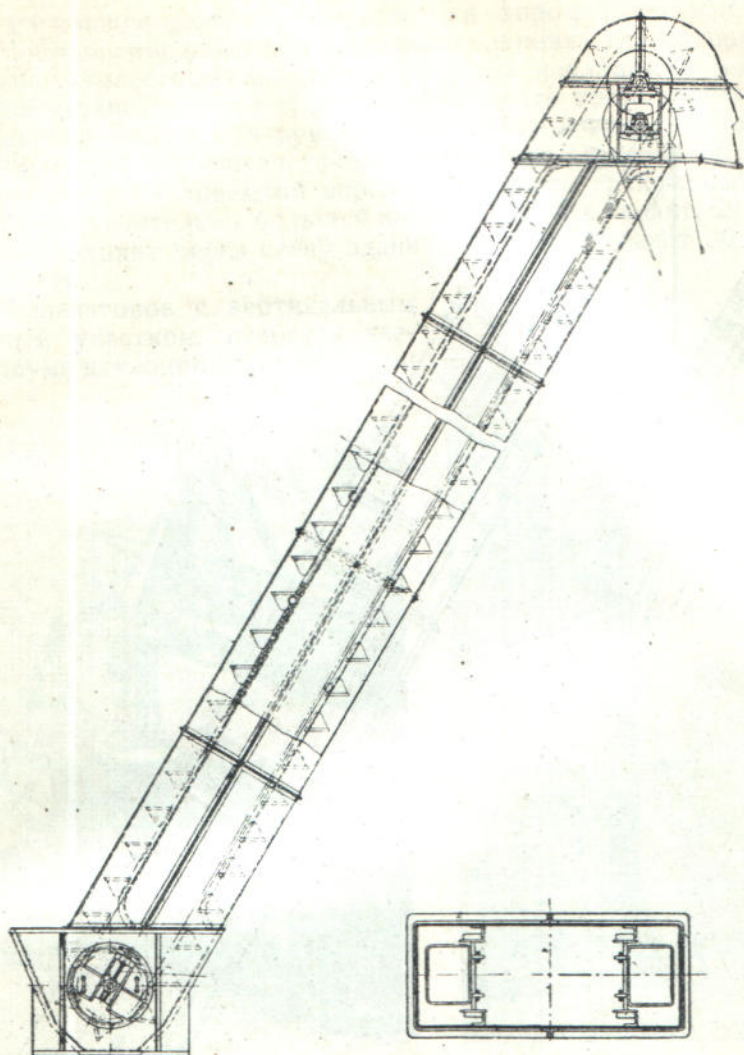
Стационарные поддерживающие ролики, устанавливаемые в разрыве между направляющими проводниками и слегка выступающие над их уровнем, воспринимают большую часть веса цепи с ковшами и уменьшают потери на трение.

В некоторых конструкциях направляющие проводники совершенно отсутствуют и цепь скользит только по поддерживающим роликам, как это изображено на фиг. 293. При таком устройстве отсутствует изнашивание цепных звеньев от скольжения по направляющим, но вместе с тем несколько нарушается ровный и спокойный ход цепи. Провисая в промежутке между одним роликом и другим и слегка поворачиваясь при движении по стационарным роликам, цепные шарниры быстрее изнашиваются. По сравнению с этим незначительное истирание цепи от скольжения по направляющим в элеваторах без роликов и несколько больший расход энергии являются меньшим злом.

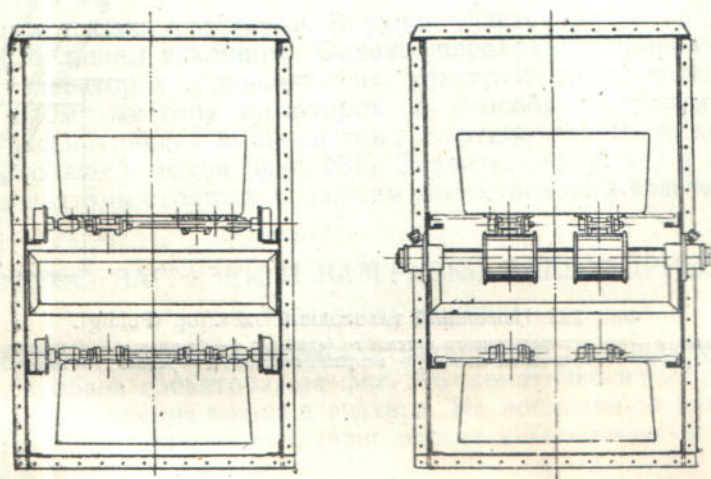
В ленточных наклонных элеваторах рабочая ветвь ленты поддерживается такими же роликами, как в ленточных транспортерах, а холостая ветвь свободно провисает (фиг. 286 слева). По этому же принципу изготовляются иногда и цепные наклонные элеваторы (фиг. 286 справа).

Вертикально-наклонные элеваторы строятся вертикальными на всем своем протяжении и имеют только наклонный головной участок.

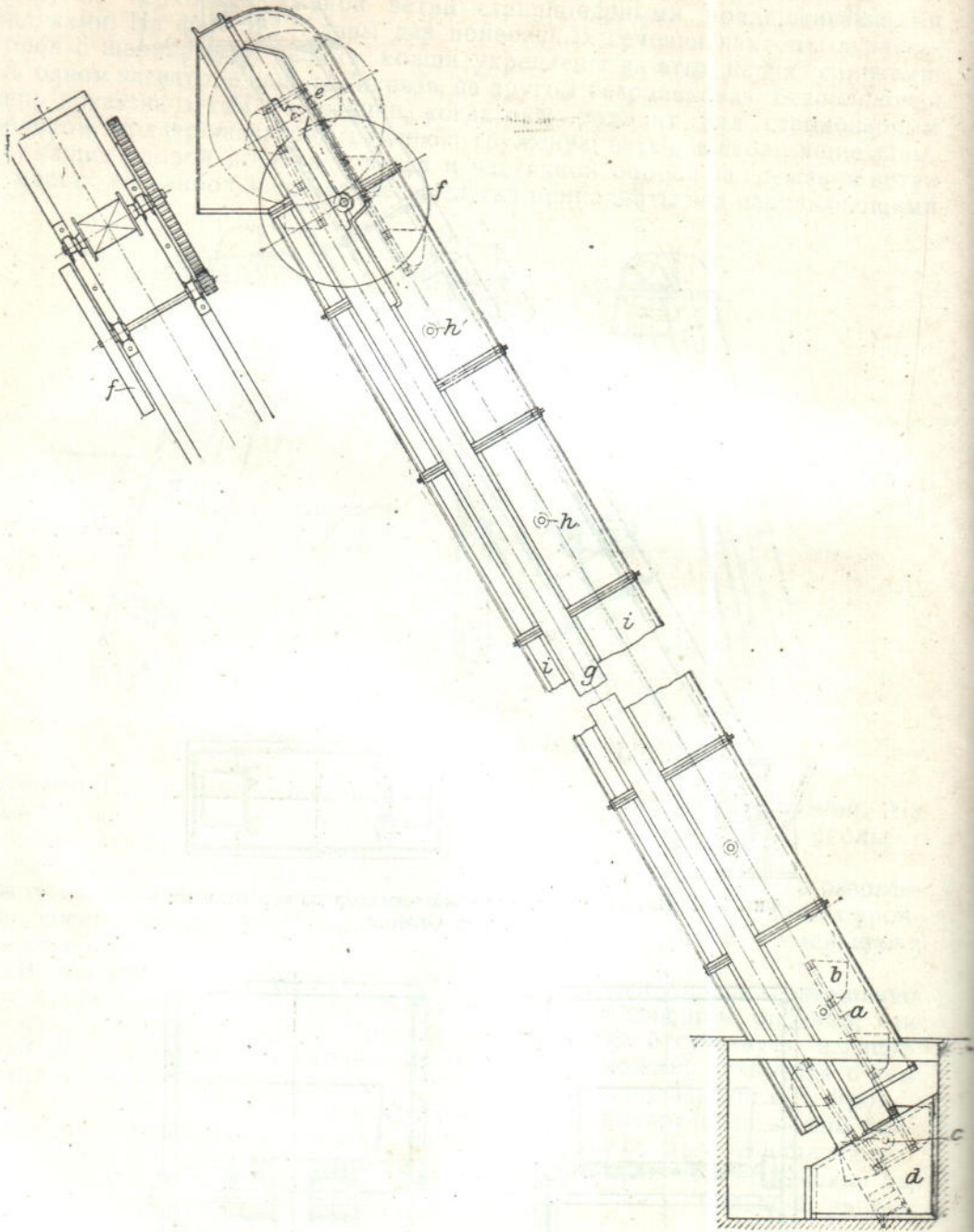
¹ „Mechanical Handling“, июль 1931, № 6, стр. 183—188.



Фиг. 291. Наклонный тихоходный элеватор на ксрабельных цепях (Curt v. Grueber).



Фиг. 292. Поперечное сечение наклонных элеваторов с роликовой и безроликовой цепью.

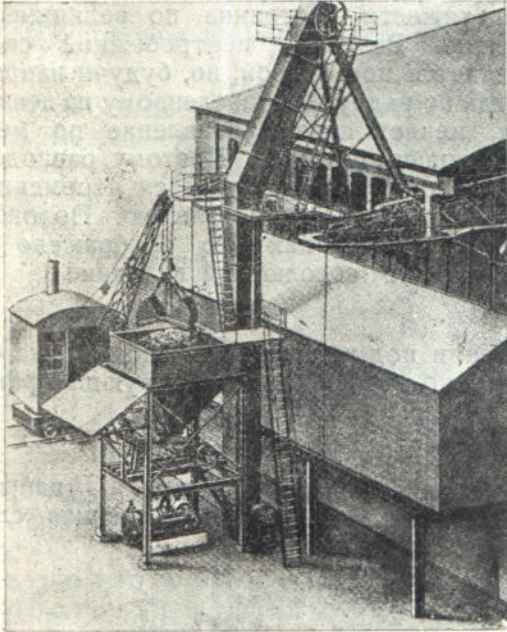


Фиг 293. Наклонный тихоходный элеватор (Pohliger).

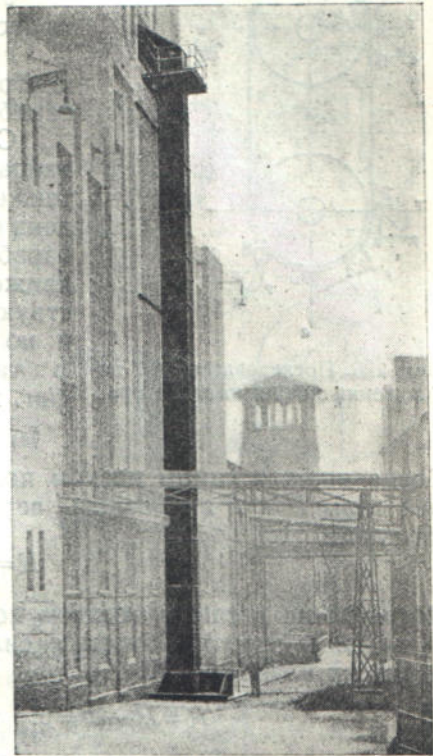
a — цепь; *b* — ковш; *c* — ось четырехгранного натяжного барабана; *d* — башмак; *e* — четырехгранный приводной барабан; *f* — приводной шкив; *g* — опорный швеллер; *h* — ролики; *i* — кожух.

Материал из ковшей разгружается так же хорошо, как и в наклонных элеваторах, независимо от скорости тягового элемента. В некоторых случаях этот тип имеет известные преимущества перед наклонными элеваторами, например на установках, где требуется отклонить продольную ось элеватора по наклону крыши или приблизить головку к пунктам подачи материала. На фиг. 294 изображен такой коленчатый элеватор высотой 15 м. Он забирает уголь из приемной воронки, питаемой грейфером. Такого же типа элеватор значительно большей высоты показан на фиг. 295.¹ Наклонное колено проходит через стену здания. Элеватор подает 30 т/час угля на высоту 31 м.

Кроме элеваторов с вертикальным и наклонным участком, строятся элеваторы с двумя наклонными, но идущими



Фиг. 294. Коленчатый элеватор высотой 15 м.



Фиг. 295. Коленчатый элеватор высотой 31 м.

под разными углами, участками. Верхний участок для удобства разгрузки делается с большим наклоном. Однако переходная криволинейная часть на таких элеваторах усложняет их конструкцию и повышает работу трения. К этому же типу элеваторов по способу разгрузки может быть отнесена рассмотренная выше система с отклонением у приводной головки нисходящей ветви (фиг. 281). Значительно реже, в силу местных условий, элеваторы строятся с нижним более пологим участком (см. ниже фиг. 440).

§ 2. ПРОЦЕСС ЗАГРУЗКИ И РАЗГРУЗКИ ЭЛЕВАТОРНЫХ КОВШЕЙ

1. РАЗГРУЗКА КОВШЕЙ

Рассмотрим движение ковша с материалом, вращающегося вокруг верхнего барабана элеватора. На фиг. 296 схематически изображены последовательные положения ковша элеватора. На восходящей ветви элеватора, от положения 2 до положения 3, ковш движется равномерно и прямолинейно

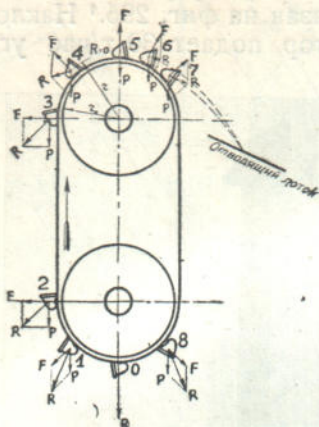
¹ „Mechanical Handling“, 1931, № 5, стр. 141—144.

и находящийся внутри него материал подвержен действию одной только силы тяжести. В положении 3, когда ковш вместе с тяговым элементом начинает вращаться вокруг барабана, к силе тяжести

$$P = mg \quad (46)$$

прибавляется центробежная сила

$$F = m \frac{v^2}{r}, \quad (47)$$



Фиг. 296. Последовательные положения ковша на элеваторе.

где m — масса материала в ковше,
 v м/сек. — скорость движения его центра тяжести и
 r м — радиус вращения или расстояние от центра тяжести материала в ковше до центра барабана.

Сила тяжести постоянна по величине и направлению. Величина центробежной силы также остается постоянной, но, будучи направлена всегда по радиусу, проведенному из центра барабана, меняет свое направление по мере движения ковша по дуге. Поэтому равнодействующая K обеих сил получается переменной и по величине и по направлению. Положим в частном случае, как это изображено на фиг. 296, что по абсолютной величине

$$P = F.$$

Когда ковш в самом низком положении под нижним барабаном (точка O), обе силы P и F направлены вертикально вниз и равнодействующая равна их сумме

$$R = P + F = 2P.$$

Когда ковш в самом верхнем положении 5, центробежная сила F направлена прямо противоположно силе тяжести P и равнодействующая сила равна их разности

$$R = P - F = 0.$$

При всех других положениях ковша равнодействующая сила R принимает промежуточные значения. Как видно из фиг. 296, равнодействующие силы на нижнем барабане значительно больше, чем на верхнем.

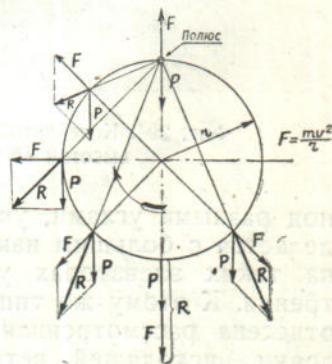
В положении 3 (начало входа на кривую) центробежная сила направлена горизонтально и равнодействующее давление R направлено вниз внутрь ковша. Так как $P = F$, то

$$R = P \sqrt{2} = 1,414P.$$

В положении 4 равнодействующее давление уменьшается; в положении 5, как уже упоминалось, оно равно нулю. В этом положении ковша материал находится в нем как бы во взвешенном состоянии.

При дальнейшем движении (в положении 6) равнодействующая обеих сил направлена к отверстию ковша и способствует высыпанию из него материала.

Если, соединив картину движения ковша вокруг верхнего и нижнего барабана на одном чертеже (фиг. 297), для разных положений ковша продлить вектор K равнодействующей обеих сил, — центробежной и силы



Фиг. 297. Положение полюса равнодействующей силы R .

тяжести, — то эти прямые сойдутся в одной точке, лежащей на вертикальном диаметре барабана. Расстояние a этой точки или „полюса“ от центра барабана зависит от соотношения величины центробежной силы и силы тяжести.

Если по предыдущему сила тяжести P равна центробежной силе F , то

$$a = r,$$

как это видно из подобия заштрихованных прямоугольных и равнобедренных треугольников на фиг. 298 вверху. Если $P = 0,5F$, то (фиг. 298 посередине)

$$a = 0,5r.$$

Если $P = 2F$, то (фиг. 298 внизу)

$$a = 2r.$$

Из подобия треугольников находим

$$\frac{a}{r} = \frac{P}{F} = \frac{mg}{m \frac{v^2}{r}},$$

откуда

$$a = g \frac{r^2}{v^2}.$$

Подставив значение $v = \frac{\pi \cdot r \cdot n}{30}$, получим

$$a = \frac{gr^2}{\left(\frac{\pi r n}{30}\right)^2} = \frac{gr^2 30^2}{\pi^2 r^2 n^2} = \frac{895}{n^2} \text{ м.} \quad (49)$$

Таким образом величина полюсного расстояния является функцией только числа оборотов барабана или цепной звездочки и при определенном числе оборотов не зависит ни от скорости тягового элемента, ни от диаметра барабана.

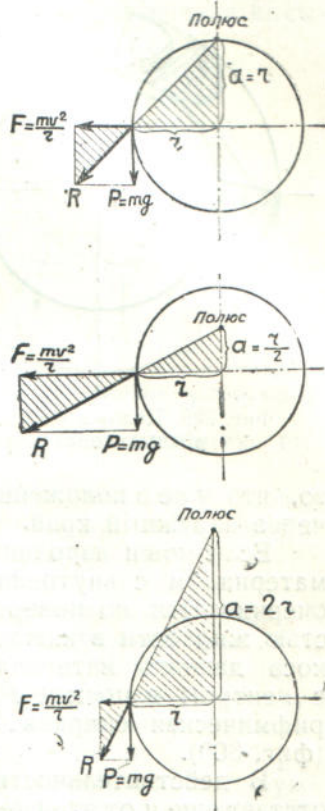
Если ковши элеватора наполнить идеальной жидкостью, не имеющей внутреннего трения частиц, то нетрудно определить для каждого отдельного положения ковша форму свободной поверхности жидкости в нем.

Поверхность жидкости, находящейся в равновесии в сосуде, располагается, как известно, нормально к действующим на нее силам.

Поэтому, при очень большом числе оборотов приводного барабана элеватора, когда сила тяжести, действующая на жидкость, незначительна по сравнению с центробежной силой, поверхность воды в ковше становится нормальной во всех точках к центробежной силе, т. е. принимает форму цилиндра, ось которого почти совпадает с центром барабана. Полюсное расстояние при этом становится по своей величине близким к нулю.

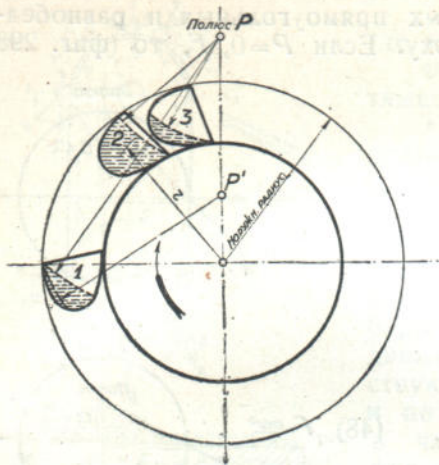
При уменьшении числа оборотов барабана относительное значение силы тяжести (по отношению к величине центробежной силы) возрастает и полюс, перемещаясь по вертикальному диаметру или его продолжению, отодвигается от центра вращения. Действительно, a возрастает с уменьшением n [уравнение (49)].

Отсюда нетрудно определить уровень жидкости в ковше и степень его заполнения при любом его положении. На фиг. 299 изображен ковш



Фиг. 298. Положение полюса для разных значений $P : F$.

с жидкостью, помещенный на ободу колеса и вращающийся вместе с ним в направлении, указанном стрелкой. Зная число оборотов колеса, можно определить полюсное расстояние a и, следовательно, положение полюса. Из полюса, как центра, проводим окружность через наружный край ковша. Эта дуга является направляющей цилиндрической поверхности уровня жидкости в ковше. Давление во всех точках, лежащих на этой поверхности,— величина постоянная. В положении 1 эта поверхность проходит через наружный край ковша. Если ковш был полон, то достигнув положения 1, вся жидкость, лежащая выше поверхности цилиндра, выльется через наружный край. При дальнейшем вращении, когда ковш проходит положение 2 и 3, поверхность жидкости в ковше меняется и жидкость начинает выливаться через внутренний край.



Фиг. 299. Положение жидкости во вращающемся ковше.

то, что уже в положении 1 ковш успевает почти полностью опорожниться через наружный край.

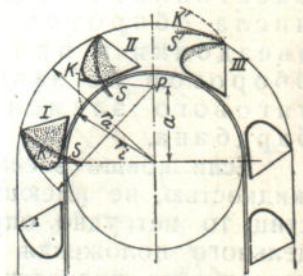
Если ковш наполнить не жидкостью, а зерном или другим сыпучим материалом с внутренним трением частиц, то свободный уровень его очерчивается по поверхности, образующей с цилиндрической поверхностью жидкости в каждой ее точке угол, равный углу естественного откоса данного материала. Вместо окружности k с центром в полюсе P получается теперь логарифмическая спираль S с тем же полюсом P (фиг. 300).

В действительности поверхность материала отстаёт еще и от этой теоретической поверхности, так как движение высыпания отдельных частиц замедляется внутренним трением. В остальном процесс протекает так, как если бы ковш был наполнен жидкостью. На фиг. 300 полюс P лежит внутри окружности барабана, то-есть $a < r$, поэтому уже в положении 1 часть материала высыпается через наружный край ковша. В положении III поверхность S находится вне ковша, так что ковш опорожнился бы полностью, если бы не внутреннее трение частиц при скольжении.

При $a > r$, когда сила тяжести больше центробежной силы, влияние последней на разгрузку материала из ковшей становится менее заметным. В отличие от рассмотренного случая, на фиг. 301 изображен случай со сравнительно небольшой скоростью вращения, когда сила тяжести вдвое больше центробежной силы, то-есть когда

$$P = 2F.$$

Вверху показана разгрузка материала из ковшей при огибании ими верхнего барабана. Когда поднимающийся ковш приходит в положение 3, материал не начинает еще высыпаться, так как равнодействующее дав-



Фиг. 300. Положение сыпучего материала во вращающемся ковше.

ление R почти равно силе тяжести P как по величине, так и по направлению. То же самое происходит и в положении 4. Когда ковш находится в положении 5, равнодействующая сила, приложенная к частицам материала в ковше,

$$R = P - F = \frac{P}{2}.$$

Внутри ковша начинается передвижка материала, стремящегося расположиться нормально к действующей силе R , и часть материала просыпается из ковша на поверхность барабана. Еще больше материала высыпается в положении 6, а в положении 7 происходит окончательная разгрузка. Высыпавшийся материал совершает свободный полет по параболе и должен быть отведен на разгрузочный лоток.

При низких скоростях движения ковшей отвод материала на разгрузочный лоток становится затруднительным, так как свободное падение происходит почти отвесно и часть материала просыпается обратно в нижний башмак, из которого происходит повторное зачерпывание. Чтобы добиться и в этом случае хорошей разгрузки, приходится, как указывалось при рассмотрении системы элеваторов, делать наклонным весь корпус элеватора или головную его часть.

Для определения траектории движения частиц материала при свободном падении после того, как они отделились от ковша, надо сперва определить ту точку пространства, в которой начинается разгрузка.

Для этого рассмотрим движение частицы материала массы m , лежащей на спинке ковша (фиг. 302). На нее действует центробежная сила F и сила тяжести P . Обозначим равнодействующую обеих сил через R . Разложим равнодействующую R на две составляющие: одну нормальную силу N , направленную по радиусу барабана, и другую силу T , касательную к окружности барабана и действующую вдоль плоскости спинки ковша.

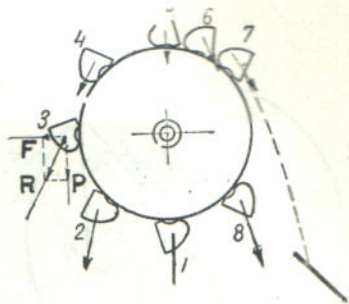
Скольжение материала вдоль спинки ковша начинается в тот момент, когда касательная сила становится равной силе трения

$$T = N f_0. \quad (50)$$

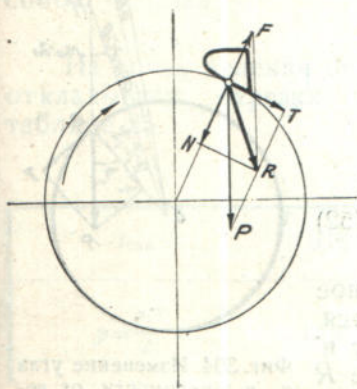
Угол поворота ковша, при котором начинается скольжение материала, нетрудно определить графическим путем. По заданному диаметру барабана D_6 и рабочей скорости v находим число оборотов барабана n_6 и по ур-нию (49) полюсное расстояние a . Угол трения, соответствующий коэффициенту трения материала о жолоб f_0 , назовем φ_0 .

Опишем в произвольном масштабе окружность приводного барабана элеватора (фиг. 303), произвольную точку B на этой же окружности соединим с центром барабана. На радиусе от точки B откладываем произвольный отрезок N и принимаем его за единицу,

$$N = 1.$$



Фиг. 301. К определению точки начала скольжения материала.

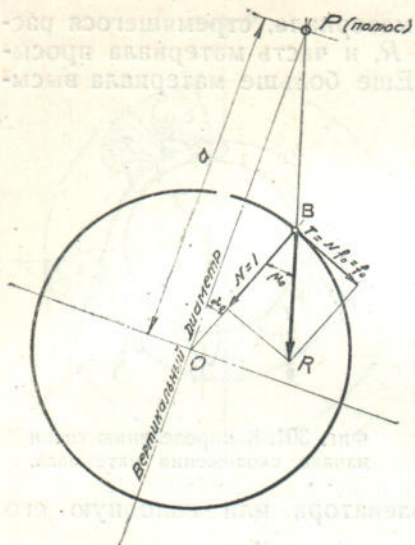


Фиг. 302. Разложение сил, действующих на частицу.

Это — нормальная составляющая результирующего давления. Из той же точки проводим касательную

$$T = N f_0 = f_0.$$

Зная величину и направление обеих составляющих, находим графически результирующее давление R — как диагональ параллелограмма, построенного на этих составляющих. Из центра барабана раствором циркуля, равным полюсному расстоянию a , в том же масштабе, в котором нанесена окружность барабана, делаем засечку на продолжении результирующего давления R . Точка пересечения P дает положение полюса. Линия, соединяющая полюс P с центром барабана O , определяет направление вертикального диаметра барабана, и угол POB — угол начала ссыпания материала — α_0 с внутренней спинки ковша. Теперь остается только повернуть чертеж так, чтобы диаметр OP установился вертикально.



Фиг. 303. Графическое определение точки начала скольжения материала.

Из треугольника POB (фиг. 303) нетрудно найти аналитическое выражение для угла поворота α_0 , при котором начинается скольжение материала. Действительно,

$$\frac{OP}{OB} = \frac{\sin(180 - \mu_0)}{\sin(\mu_0 - \alpha_0)} = \frac{\sin \mu_0}{\sin(\mu_0 - \alpha_0)} \quad (51)$$

Обозначив величину отношения силы тяжести к центробежной силе

$$\frac{OP}{OB} = c,$$

получим

$$\frac{\sin \mu_0}{\sin(\mu_0 - \alpha_0)} = c,$$

откуда

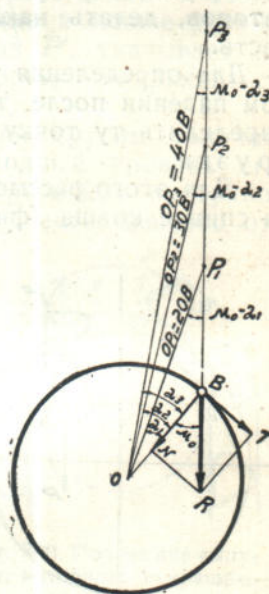
$$\sin(\mu_0 - \alpha_0) = \frac{\sin \mu_0}{c} \quad (52)$$

С уменьшением центробежной силы полюсное расстояние OP , а с ним значение c увеличивается. На фиг. 304 видно, как вместе с тем возрастает и угол α_0 . При $\alpha_0 = \mu_0$ линия OP параллельна силе R и полюсное расстояние обращается в бесконечность. Это соответствует значению центробежной силы, равному нулю, то-есть состоянию барабана, находящегося в покое. Действительно, если барабан не вращается, скольжение материала по спинке ковша начнется тогда, когда она наклонена к горизонту под углом, равным углу трения материала, то-есть когда

$$\alpha_0 = \mu_0.$$

Из уравнения (52) следует, что если центробежная сила равна силе тяжести и $c=1$, то

$$\sin(\mu_0 - \alpha_0) = \sin \mu_0,$$



Фиг. 304. Изменение угла α_0 в зависимости от величины полюсного расстояния a .

откуда

$$\alpha_0 = 0,$$

т. е. скольжение начинается, когда ковш в самом верхнем положении.

Скольжение материала по спинке ковша можно сравнить с движением его по наклонному лотку. Материал полностью отделяется от ковша и начинает свободное падение (движение по параболе) в тот момент, когда давление его на спинку, постепенно уменьшаясь во время скольжения, делается равным нулю. Такой момент наступает, когда нормальная составляющая силы тяжести становится равной центробежной силе. Это условие выражено уравнением

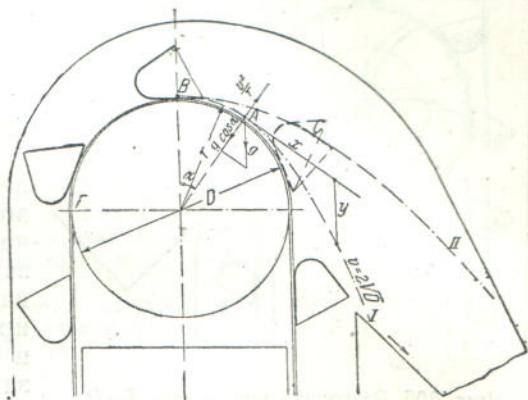
$$\frac{v^2}{r} = g \cdot \cos \alpha \quad (53)$$

соответственно обозначениям на фиг. 305. Начиная от точки А, материал движется по параболе, которую мы строим по косоугольным координатам:

$$x = vt \quad (54)$$

откладываем на касательной к окружности в точке А и

$$y = \frac{gt^2}{2} \quad (55)$$



Фиг. 305. Разгрузка ковша через внутренний край.

откладываем вертикально вниз в направлении действия силы тяжести.

Понятно, что значения перемещения x и y откладываются в том же масштабе, в котором начерчена окружность барабана.

Если, например, определять положение материала через промежутки времени $t = 0,05$ секунды, то по касательной откладываем равные между собою отрезки

$$x = 0,05 v.$$

Из точек деления опускаем вниз вертикали и на них последовательно откладываем отрезки y , численные значения которых приведены в таблице 35.

Таблица 35

Значения y в ур-нии (55)

t сек	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$y = \frac{gt^2}{2}$ мм	12,25	49	110	196	306	440	600	784	992	1 225

Так как ускорение силы тяжести — величина постоянная, то приведенные в таблице значения y также постоянны для любого построения параболы и не зависят от величины скорости v .

Прежде чем материал полностью отделяется от ковша, происходит, как мы видели, скольжение его по спинке ковша, т. е. движение относительно поверхности, которая сама находится во вращении. Поэтому при более точных расчетах следовало бы принять во внимание кроме центробежного ускорения еще и Кориолисово ускорение.¹

¹ См. весьма обстоятельное исследование инж. А. Секирина. Выбрасывание материала из ковшей элеватора, „Вестник инженеров и техников“, 1931, № 1, стр. 6.

Однако соблюдение высокой точности расчетов в данном случае вряд ли практически оправдывается. Действительно, в расчетные уравнения входят коэффициенты трения, величина которых всегда принимается более или менее приближенно.

Кроме того, расчет по понятным причинам не учитывает таких существенных факторов высыпания, как задержка материала в ковше на головках крепительных болтов или гаек, располагаемых одним или двумя рядами по ширине ковша, или влияние уплотнения материала в ковше, происходящего при зачерпывании. А между тем по этим причинам нередко происходит частичная задержка материала в ковше и последующее просыпание его обратно в башмак.

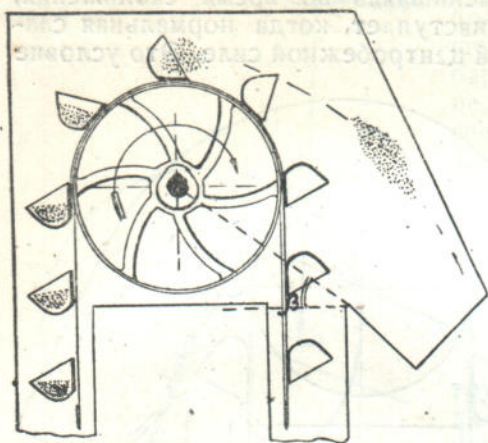
На практике выработаны определенные правила расположения разгрузочного лотка, чтобы улавливать и ту часть материала, разгрузка которой задерживается по упомянутым причинам. Частичное просыпание материала происходит на многих элеваторах и совершенно избежать его иногда затруднительно, однако необходимо заботиться, чтобы процент просыпи был минимален.

На фиг. 306 изображен вертикальный ленточный элеватор для транспортирования зерна. В ковше наверху начинается высыпание его содержимого, находящегося в этот момент как бы во взвешенном состоянии. Это соответствует скорости, при которой центробежная сила равна силе тяжести, т. е. когда

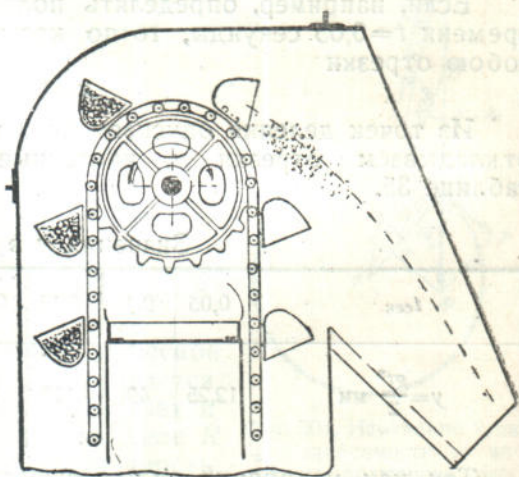
$$F = P. \quad (56)$$

У такого элеватора линия, соединяющая центр вала барабана с краем разгрузочного желоба, может быть наклонена к горизонту под углом от 20 до 30°. Этот так называемый угол разгрузки β , нанесенный на фиг. 306 пунктирными линиями, меняет свое значение в зависимости от скорости движения ковшей и характера транспортируемого материала.

Правильный выбор угла разгрузки существенно влияет на работу вертикальных элеваторов. Увеличение этого угла связано с некоторым увеличением высоты элеватора. Хотя благодаря этому первоначальная стоимость элеватора несколько увеличивается и незначительно повышается расход энергии на подъем материала, однако все это окупается повышением коэффициента полезного действия элеватора вследствие уменьшения просыпания транспортируемого материала мимо разгрузочного желоба. Вместе с тем следует иметь в виду, что излишнее увеличение угла разгрузки влечет кроме того увеличение высоты падения материала на лоток,



Фиг. 306. Разгрузка ковша при $F = P$.



Фиг. 307. Разгрузка ковша при F , несколько меньшем P .

а следовательно, крошение материала, пылеобразование и быстрое выбивание днища лотка.

В таблице 36 приведены установленные на основании многолетней американской практики значения угла разгрузки для вертикальных ленточных элеваторов, которые в одинаковой мере пригодны и для цепных элеваторов.

Таблица 36

Значения угла разгрузки β

Отношение центробежной силы к силе тяжести $F:P = \frac{1}{c}$	Характер транспортируемого материала:	Угол разгрузки β
1	Зерно и подобные ему легкоподвижные материалы	от 15 до 20°
0,66	То же	30°
0,66	Мука, отруби, мякина и подобные молотые продукты с малым насыпным весом	20—25°
0,66	Тонкий цемент, пылевидная известь и другие сухие пылевидные материалы с насыпным весом больше 0,8 т/м ³	30°
0,66	Уголь, зола, кокс, камень, руда, соль и другие твердые, грубые и кусковатые материалы	не меньше 30°
0,66	Те же материалы, если они слегка влажные	45°
0,66	Те же материалы — сырые и мелкие	больше 45°

Если рабочая скорость на элеваторе при тех же размерах барабана несколько снижается, то центробежная сила F становится меньше веса P и разгрузка ковша начинается после прохождения им верхней точки. Такой случай показан на фиг. 307.

Для определения опытным путем влияния скорости на процесс разгрузки материала, может быть с успехом применена моментальная фотография или, еще лучше, киносъемка. Полученные таким способом фотографии показаны на фиг. 308.¹ На ней изображена работа цепного элеватора с ковшами 200×125 мм, шагом ковшей 300 мм и диаметром цепного колеса 900 мм. На поз. 1 мелкий камень (галька) с насыпным весом $\gamma = 1,3$ т/м³ разгружается из ковшей при 35 об./мин. цепного колеса. Это соответствует случаю, когда центробежная сила

$$F = 0,66P. \quad (57)$$

Определенный из ур-ния (53) угол $\alpha = 48^\circ$.

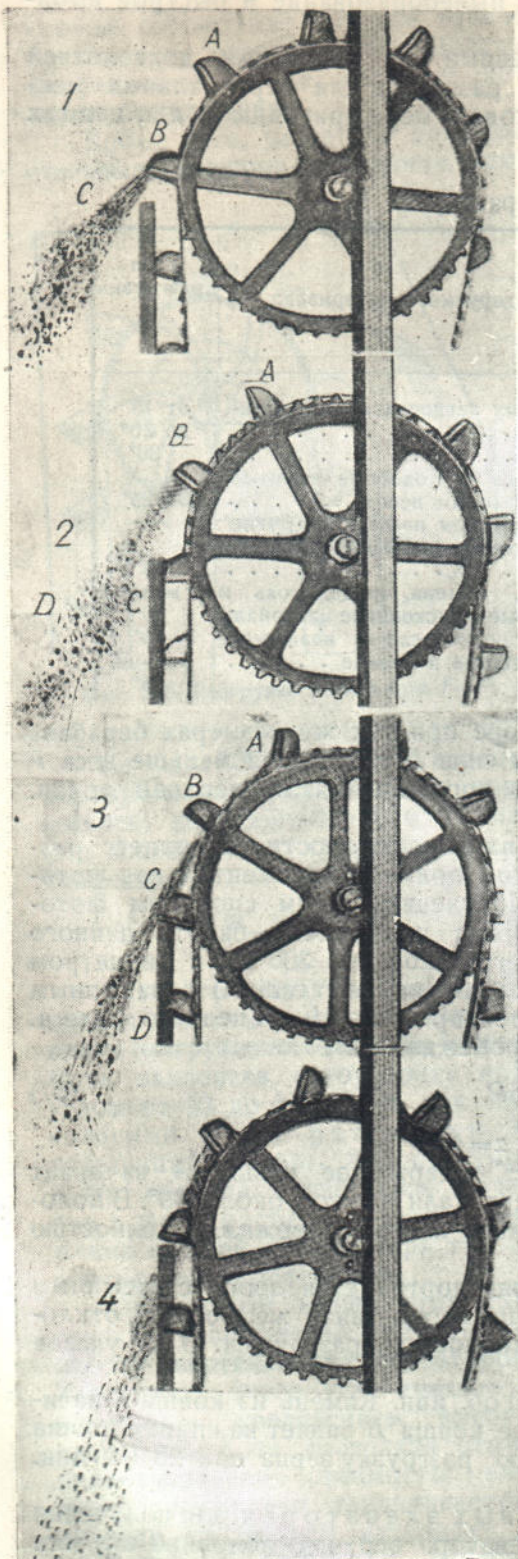
На экспериментальной установке содержимое ковша A начинает разгружаться, когда он отклонен от вертикали на угол около 45° . В положении B ковш разгрузился окончательно и его содержимое полностью проходит над гранью стенки кожуха.

На поз. 2 с той же скоростью транспортируется зерно с насыпным весом $\gamma = 0,5$ т/м³. Картина разгрузки примерно такая же: ковш B , отклоненный от вертикали на 65° , почти полностью разгружен. В D указан материал, разгрузившийся из ковша C .

На поз. 3 цепное колесо делает 20 об./мин. Камень из ковша A начинает высыпаться на цепь, а содержимое ковша B падает на спинку ковша C . Поз. 4 изображает столь же плохую разгрузку зерна при 23 об./мин. цепного колеса.

Как уже указывалось, в тихоходных элеваторах для получения удовлетворительной разгрузки весь элеватор, верхняя половина его или только короткий участок в начале нисходящей ветви устанавливается

¹ Hetzel, Belt conveyors and belt elevators, 1926, стр. 223.



Фиг. 308. Процесс разгрузки при разных скоростях.

наклонно, под углом примерно $60-70^\circ$ к горизонту. На таких элеваторах (см. выше, а также фиг. 309) материал из ковша не выбрасывается центробежной силой, а выпадает, главным образом, под действием силы тяжести.

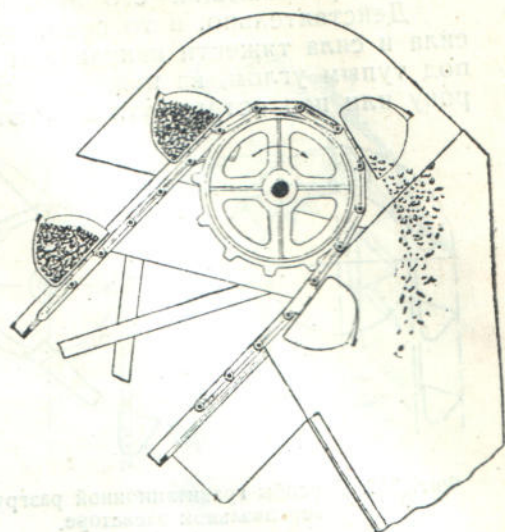
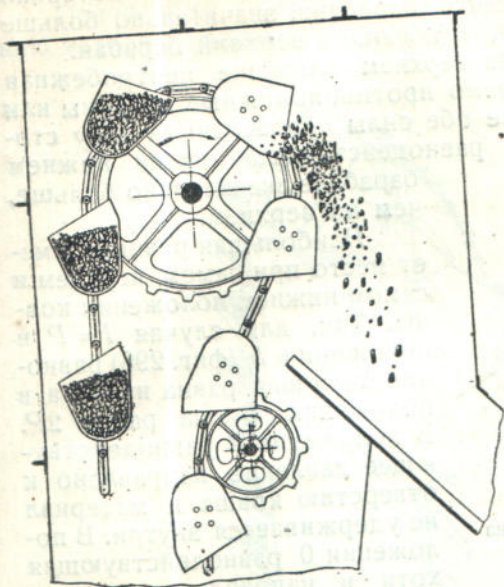
Такой же гравитационный способ разгрузки применен на элеваторе по фиг. 310, на котором цепи огибают вверху две пары зубчатых блоков и образуют таким образом короткий, близкий к горизонтальному, участок. Ковши укреплены на цепях в этой конструкции боковыми стенками. Характерно, что натяжное устройство в этой конструкции элеватора помещено вверху на валу отклоняющих блоков, так что нижняя ось укреплена в неподвижных подшипниках, чем достигнут постоянный зазор между зачерпывающей гранью ковша и стенкой башмака.

Способ разгрузки вертикального элеватора со сплошным расположением ковшей („чешуйчатый“ тип) был уже показан на фиг. 284. На фиг. 311 изображен вертикальный элеватор с ковшами, имеющими слегка отогнутую спинку, задерживающую материал от высыпания в ковше при огибании звездочек до тех пор, пока ковш не принимает положения, при котором разгрузка его происходит исключительно под действием силы тяжести на спинку соседнего переднего ковша. Вместо того, чтобы изменять нормальную конфигурацию спинки ковша, к ней можно приклепать или приварить лист, образующий удлиненную наклонную плоскость для скатывания материала, либо прикрепить короткие вращающиеся желоба к цепным колесам (фиг. 312).

Обе эти конструкции не получили, однако, широкого применения.

2. ЗАГРУЗКА КОВШЕЙ

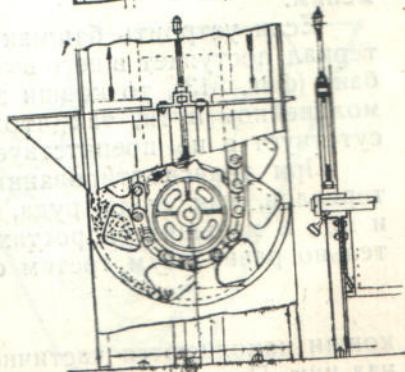
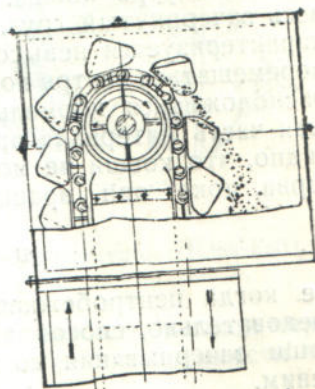
Пользуясь теми же методами, которые применялись при исследовании разгрузки материала, нетрудно изобразить картину зачерпывания его ковшами из башмака элеватора. Для этого рассмотрим действие сил на нижнем барабане



Фиг. 309. Разгрузка под действием силы тяжести



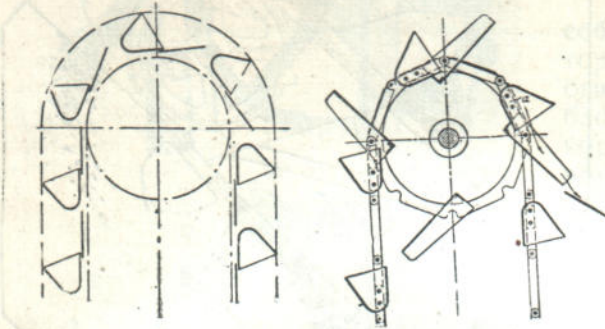
Фиг. 310. Элеватор с гравитационной разгрузкой на горизонтальном участке (Jeffrey).



Фиг. 311. Элеватор с фасонными ковшами для гравитационной разгрузки.

элеватора, изображенном на фиг. 296. Силы, выталкивающие материал из ковшей, вращающихся вокруг нижнего барабана, значительно больше сил, выбрасывающих его из ковшей, огибающих верхний барабан.

Действительно, в то время как на верхнем барабане центробежная сила и сила тяжести направлены в прямо противоположные стороны или под тупым углом, на нижнем барабане обе силы направлены в одну сторону или под острым углом, поэтому равнодействующая их на нижнем барабане значительно больше, чем на верхнем.



Фиг. 312. Способы гравитационной разгрузки на вертикальном элеваторе.

наружной стенки ковша, но материал тоже не может задержаться в ковше. Когда ковш переходит в положение 1, выталкивающая сила становится меньше, а в положении 2 она еще меньше и направлена больше внутрь ковша. Но даже в положении 2 ковш не удерживает весь зачерпнутый груз, так как если материал достаточно подвижен, т. е. характеризуется невысоким внутренним трением частиц, то он начинает перемещаться внутри ковша, так как свободная поверхность его стремится расположиться нормально к равнодействующей силе R . При этом большая часть материала просыпается через наружный край ковша. Отсюда видно, что ковши не могут удержать легкоподвижный материал вроде зерна, пока они вращаются вокруг нижнего барабана со скоростью

$$v = \sqrt{gr},$$

т. е. когда центробежная сила равна силе тяжести, следовательно, способ заполнения ковшей при помощи зачерпывания со дна башмака здесь неприемлем.

Если устроить башмак таким образом, что материал поступает в него выше центра нижнего барабана (фиг. 313), то ковши загружаются уже на прямолинейном пути, так что центробежная сила отсутствует и не препятствует их наполнению.

При транспортировании менее подвижных материалов, как уголь, руда, зола, известняк, камень и пр., и меньших скоростях, при которых центробежная сила приблизительно равна двум третям силы тяжести

$$v = \sqrt{0,66 gr},$$

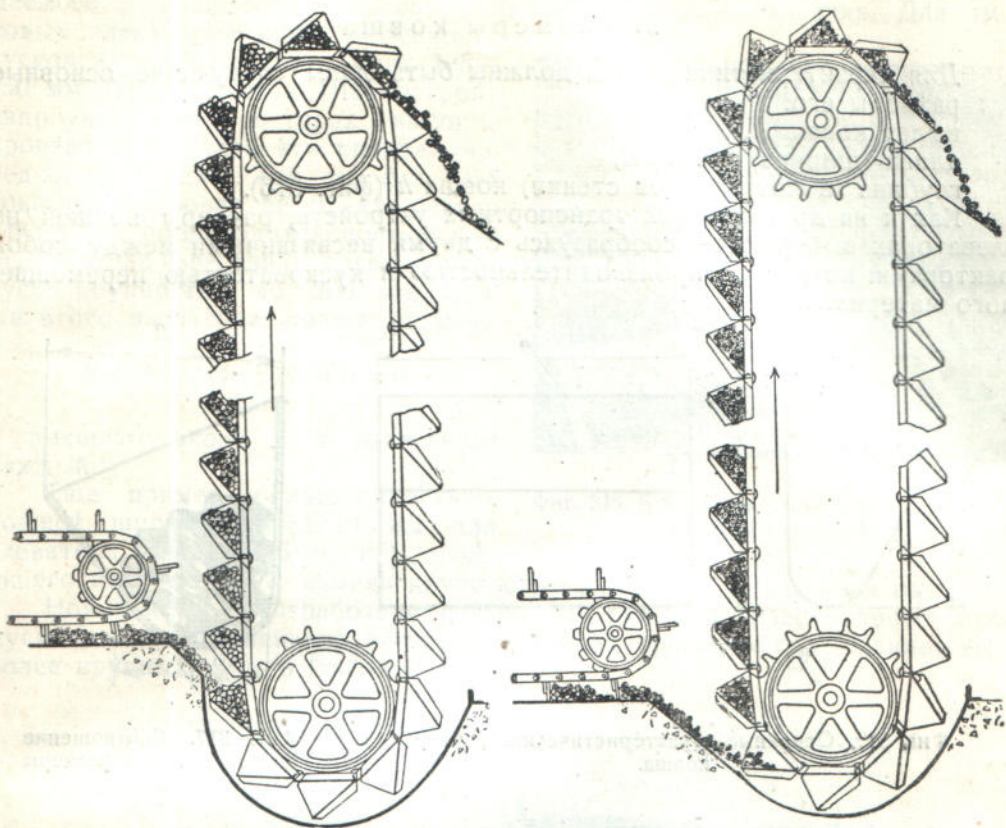
ковши наполняются частично ниже центра нижнего барабана, частично над ним. Передняя стенка башмака делается наклонной и материал подводится по касательной к траектории, описываемой наружным краем ковша.

При перемещении крупнокусковых и твердых материалов подачу их на тихоходных элеваторах, как видно из рассмотренных примеров, во избежание работы зачерпывания, производят всегда на прямолинейном участке.



Фиг. 313. Заполнение ковшей после схода с барабана.

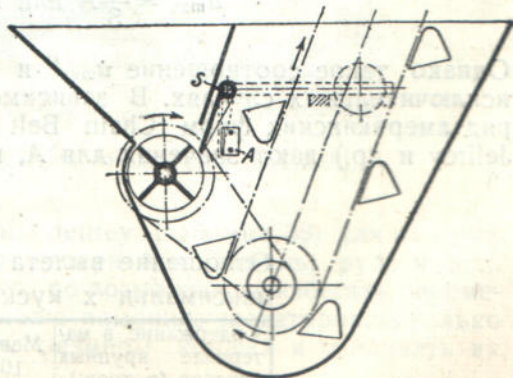
Правильное и равномерное питание ковшей, препятствующее скоплению материала в башмаке, не только сокращает расход энергии и износ ков-



Фиг. 314. Загрузка угля и антрацита на тихоходном вертикальном элеваторе (Link-Belt).

шей, но и предохраняет перемещаемый материал от крошения. В какой мере форма и конструкция башмака дифференцируется иногда в зависимости от рода материала, видно из фиг. 314. Слева на ней показана подача битуминозного угля, справа антрацита. В первом случае наклон сделан более крутым, во втором — он положе (меньше коэффициент трения) и перепад отсутствует.

Способ подачи материала к элеватору, при котором питающее устройство отмеряет объем материала, соответствующий объему одного ковша, показан на фиг. 315. Питающим устройством здесь служит вращающийся крыльчатый барабан. Для предохранения от застревания крупных кусков, устроен шарнирный клапан, посаженный на оси S и прижимаемый грузом. Ход клапана ограничен упором A . Материал прямо из ячейки барабана сыпается в ковш.



Фиг. 315. Подача материала шлюзным крыльчатым барабаном (Stotz).

§ 3. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ КОВШЕВОГО ЭЛЕВАТОРА

1. ЭЛЕВАТОРНЫЕ КОВШИ

а) Размеры ковша

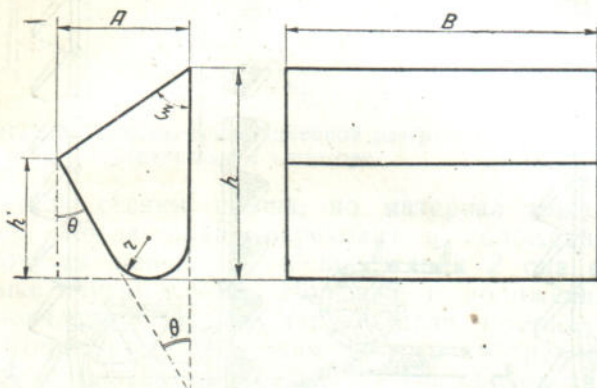
Для характеристики ковша должны быть даны следующие основные размеры его:

вылет ковша A ,

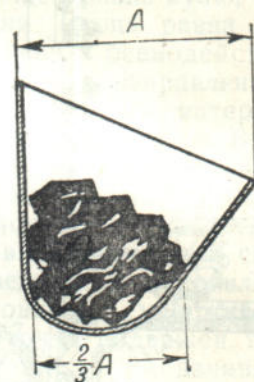
длина (ширина) ковша B ,

глубина (высота задней стенки) ковша h (фиг. 316).

Как и на других видах транспортных устройств, размеры ковшей на элеваторах выбираются, соотносясь с двумя несвязанными между собой факторами: потребной производительностью и кусковатостью перемещаемого материала.



Фиг. 316. Основные характеристические размеры ковша.



Фиг. 317. Соотношение вылета ковша и размеры кусков.

Независимо от заданной производительности, размеры ковша должны быть таковы, чтобы наиболее крупные куски материала свободно поступали в него при загрузке и свободно, без ущемления, высыпались при разгрузке.

Для предельной величины кусков (фиг. 317) Chain Belt указывает значения

$$a_{\max}' = \frac{2}{3}A \text{ или } A = 1,5 a_{\max}' \quad (58)$$

Однако такое соотношение a_{\max}' и A может быть допущено только в исключительных случаях. В зависимости от количества крупных кусков ряд американских фирм (Chain Belt Link. Belt, Stephens-Adamson, Robins, Jeffrey и др.) дают значения для A , помещенные в таблице 37.

Таблица 37

Отношение вылета ковша A к размеру максимальных кусков материала a_{\max}'

Содержание в материале крупных кусков (в проц.)	Меньше	Больше	Около
	10%	10%	75%
$A : a_{\max}'$	1,75 ¹	2	4

¹ Это значение, являющееся средним, еще детализируется в зависимости от A , см. табл. 38 и 39.

Приблизительно такие же соотношения приняты по нормам, Шахто-
строй и проекту норм НИИПТ (Союзтранстехпром).

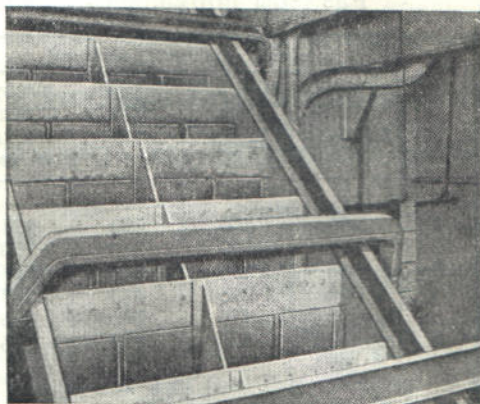
Относительно предельных размеров кусков материала, переме-
щаемого в ковшевых элеваторах, имеются различные указания. Для ти-
повых элеваторов нормы крупности
кусков не превосходят обычно 125—
150 мм (фирма Robins, Шахтострой),
напротив, на элеваторах высокой
производительности эти пределы не-
редко не exceedят. Так, на фиг. 318
показана грузовая ветвь ковшевого
элеватора производительностью $Q =$
 $= 2030$ т/час известняка, содержащего
куски крупностью до 200 мм. Ков-
ши этого элеватора имеют размеры

$$B \cdot A \cdot h = 2440 \cdot 610 \cdot 760 \text{ мм}$$

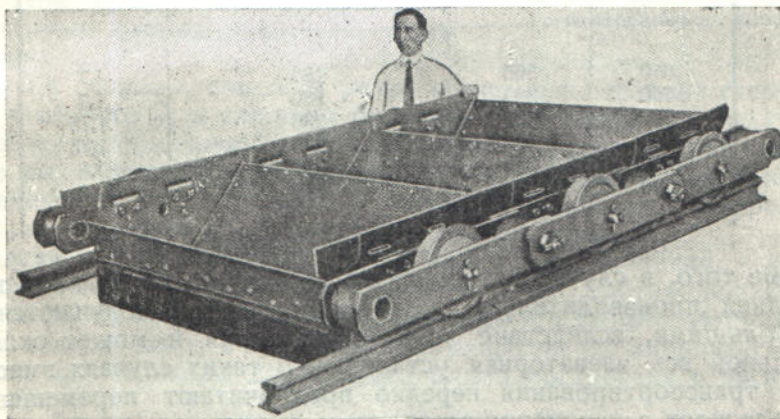
и вмещают около 1 т известняка
каждый.¹

Еще пример большеемкостных
ковшей шириной $B = 1520$ мм для
элеватора длиной 46 м, переме-
щающего под углом 45° камень крупностью до 230 мм; показан на фиг. 319.

Новые нормы, разработанные НИИПТ для Союзтранстехпрома, пре-
дусматривают применение элеваторов для материалов с содержанием еще
более крупных кусков (таблица 38).



Фиг. 318. Большеемкостные ковши мощного
элеватора (Robins).



Фиг. 319. Большеемкостные ковши мощного элеватора (Link-Belt).

Эти нормы близки к нормам фирмы Jeffrey (таблица 39) для мощных
элеваторов, работающих по тяжелым материалам (камень, руда и пр.).

На практике предпочитают, однако, по возможности избегать переме-
щения столь крупнокусковых материалов с помощью элеваторов не только
вследствие необходимости увеличивать размеры ковшей и усилить их

¹ Дальнейшая характеристика этого элеватора: высота между центрами звездочек 22 м, рабочая скорость 0,45 м/сек., приводные звездочки с семи зубьях, диаметр звездочки 1750 мм, нижние звездочки с шести зубьях, диаметр звездочки 1520 мм, звездочки стальные, привод с уравнительным механизмом.

Шаг цепи 760 мм, цепи стальные пластинчатые с сечением звена 25×150 мм и [диаметром цепного ролика 75 мм, диаметр ходовых роликов 250 мм.

конструкцию, но и из условий эксплуатации, так как элеваторы, транспортирующие очень крупнокусковые материалы, подвергаются сравнительно более быстрому износу.

Таблица 38

Размеры нормального ряда чешуйчатых ковшей (НИИПТ)

№ ковшей	Главные размеры ковшей				Емкость ковшей в литрах	Погонная емкость на 1 м тягового элемента	Максимальные куски (не больше 10%) a_{\max}' мм	$A : a_{\max}'$
	ширина B мм	вылет A мм	глубина h мм	высота передн. стенки h' мм				
1	200	160	190	134	3,2	15,25	100	1,6
2	300	190	240	160	7,13	27,2	120	1,6
3	450	235	315	197	17,19	50,2	140	1,7
4	650	295	415	247	40,75	91,0	170	1,75
5	900	370	540	310	91,57	158,5	200	1,85
6	1200	460	690	386	193,2	262,0	250	1,85

Таблица 39

Соотношение размеров ковшей и максимальных кусков материала на тихоходных элеваторах с непрерывными ковшами (Jeffrey)

Ковши		Размеры максимальных кусков, содержащихся в материале в количестве не более 10% a_{\max}'' мм	$A : a_{\max}'$
Ширина B мм	Вылет A мм		
610	305	180	1,7
760	305	180	1,7
760	405	230	1,75
915	405	230	1,75
1 070	510	280	1,8
1 220	510	280	1,8

Кроме того, в случае материала с очень крупными кусками при малой или средней производительности размеры ковшей получаются несоразмерно большими, вследствие чего удорожается и может оказаться нерентабельной вся элеваторная установка. В таких случаях вместо непрерывного транспортирования нередко предпочитают перемещение в отдельных сосудах с переменнo-возвратным движением (скипы).

По этой же причине, если перемещаемый материал должен быть подвергнут дроблению, то дробилку устанавливают по возможности перед подачей в ковши элеватора (см. ниже фиг. 371). Если же количество крупных кусков очень невелико, то дробление их выполняют иногда вручную на контрольной решетке, через которую проходит материал перед элеватором.

б) Форма ковша

Полную характеристику формы ковша, кроме размеров A , B и h , дают (фиг. 316):

- ε — угол среза ковша,
- θ — угол черпания,
- r — радиус закругления дна,
- h' — высота передней стенки.

Величины углов ξ и θ — факторы, влияющие на разгрузку ковшей при огибании ими верхнего барабана, на степень заполнения ковшей при черпании, на сопротивление черпанию и на минимально допустимое расстояние между ковшами на тяговом элементе.

На фиг. 320 изображены условия разгрузки материала из ковшей быстроходного элеватора. Скорость движения ковшей такова, что центробежная сила в два раза больше силы тяжести. Если ковшу придать форму, изображенную сплошной линией, то при разгрузке материал натолкнется на переднюю стенку ковша. Это видно по направлению равнодействующей R в положении 2 и 3, пересекающей плоскость передней стенки ковша. Таким образом разгрузка несколько задерживается, а часть материала, прижатая к передней стенке, оставляет ковш только после того, как он сходит с головного барабана и действие центробежной силы прекращается. Эта застрявшая часть материала падает обратно в кожух нисходящей ветви элеватора, из-за чего уменьшается коэффициент полезного действия элеватора и увеличивается расход энергии.

Если же придать ковшу форму, изображенную пунктиром, то материал при разгрузке не задерживается и свободно падает в разгрузочный жолоб. Таким образом в быстроходных элеваторах с центробежной разгрузкой желательнее уменьшить в известных пределах угол среза ковша ξ и увеличить угол черпания θ , так как при этом устье ковша расширяется и при разгрузке свободно пропускает его содержимое.

С другой стороны, слишком низко опущенная передняя стенка ковша (уменьшенный угол ξ) и слишком большой угол черпания θ ведут к преждевременному просыпанию материала через наружный край ковша при движении его в четвертом квадранте, т. е. в положении 1 и выше. Кроме того, увеличение угла черпания θ вызывает увеличение сопротивления черпанию и уменьшает коэффициент наполнения ковшей.

Определить теоретическим путем наилучшие значения углов ξ и θ , удовлетворяющие взаимно независимым и даже противоположным требованиям к форме ковша в различные моменты его работы, затруднительно. Приведем поэтому данные практики, преимущественно американских фирм, полученные на основании длительного опыта построения и эксплуатации элеваторов.

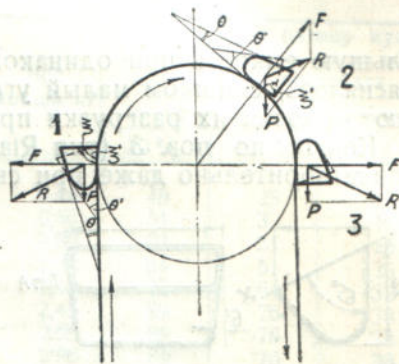
В дальнейшем, для удобства классификации, подразделим ковши на две основные группы:

1. Ковши, применяющиеся в элеваторах с центробежной разгрузкой, укрепленные, как правило, на тяговом элементе через известные промежутки и наполняющиеся зачерпыванием материала из башмака.

2. Ковши, применяющиеся в тихоходных элеваторах, разгружающиеся главным образом под действием силы тяжести, укрепленные чаще всего к тяговому элементу сплошной лентой и заполняющиеся почти исключительно без зачерпывания поступающей в них из загрузочного жолоба струей материала.

с) Ковши для быстроходных элеваторов

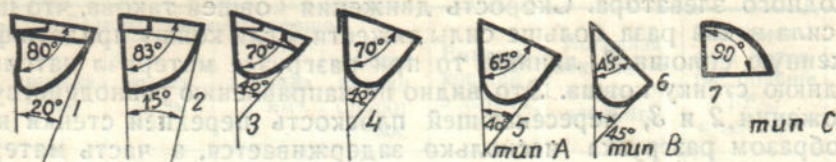
На фиг. 321¹ изображены схематически принятые в американской практике формы ковшей для элеваторов с центробежной разгрузкой. Ковши



Фиг. 320. К определению углов среза и черпания на ковше.

¹ Hetzel, Belt conveyors and belt elevators, 1926, стр. 225.

по поз. 1 (тип Buffalo) применяются в быстроходных зерновых элеваторах. Ковши по поз. 2 (тип Favorite и Empire) имеют еще меньший угол зачерпывания $\theta=15^\circ$ и больший по сравнению с первым типом угол среза $\xi=83^\circ$. Эти ковши имеют большее поперечное сечение и, следовательно,

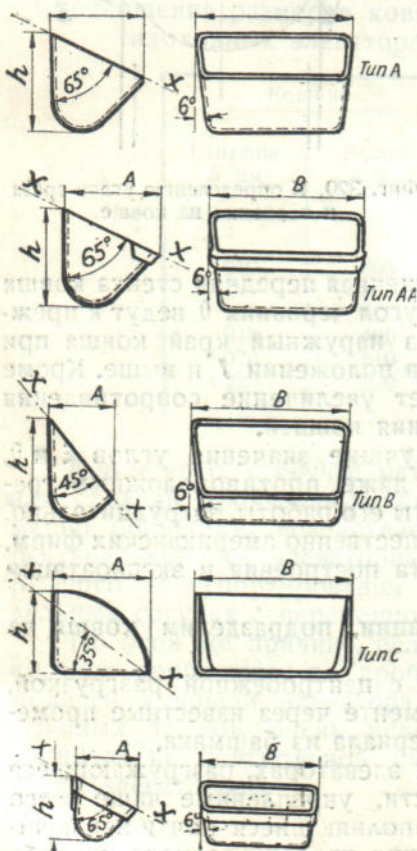


Фиг. 321. Типы ковшей для быстроходных элеваторов.

большую емкость при одинаковых габаритных размерах. Однако, как уже пояснялось, слишком малый угол черпания и большой угол среза ухудшают условия их разгрузки при больших скоростях.

Ковши по поз. 3 (тип Rialto) с углом $\xi=70^\circ$ и $\theta=40^\circ$ разгружаются удовлетворительно даже при скоростях более высоких чем в таблице 61,

но вместе с этим при одинаковых габаритных размерах емкость их меньше по сравнению с ковшами поз. 1.



Фиг. 322. Типовые формы ковшей ковкого чугуна (Chain Belt).

Для более грубых материалов применяются стандартизованные в Америке ковши из ковкого чугуна по поз. 5, 6 и 7, известные под литерами А, В и С. Ковши типа А имеют углы $\xi=65^\circ$ и $\theta=40^\circ$ и применяются при скоростях табл. 62 для транспортирования грубых и тяжелых материалов при условии, если они сухие и легко высыплются.

Для транспортирования влажных слеживающихся материалов, прилипающих к стенкам ковша, применяются ковши типа В. Благодаря низко опущенной передней стенке (меньший угол $\xi=45^\circ$) и большему углу черпания $\theta=45^\circ$ материал из ковшей разгружается легче.

Для таких материалов, которые очень слеживаются или спекаются, применяются ковши типа С с углом $\theta=90^\circ$. Совершенно плоская форма ковша и закругленные углы способствуют меньшему уплотнению материала при зачерпывании и более легкому опоражниванию его при огибании верхнего барабана.

Схематическое изображение ковшей из ковкого чугуна типа А, В и С, изготовляемых как стандартные фирмой Chain Belt и некоторыми другими, приведено на фиг. 322. Дно ковшей имеет большой радиус закругления, а боковые стенки наклонены под углом в 6° , так что ковш

уширяется кверху. Отсутствие шва и заклепок, гладкая поверхность стенок, закругленные углы и дно, расширяющаяся форма ковша от дна к отверстию его, вследствие наклона боковых стенок, все это способствует более легкому

зачерпыванию и разгрузке материала, который не застревает в углах ковша. Углы утолщены по сравнению со стенками на 50%, что делает их более прочными и жесткими, чем железные ковши. Кроме того, чугунные ковши меньше изнашиваются от истирания и значительно меньше подвержены ржавлению.

Наиболее распространены в Америке ковши типа А, составляющие примерно 75% всех чугунных ковшей. Они применяются для транспортирования угля, руды, золы, песка, графия и тому подобных материалов вертикальными или слегка наклонными элеваторами. Характеристика ковшей типа А приведена в табл. 40.

Таблица 40

Стандартные ковши из ковкого чугуна, тип А

Главные размеры ковшей			Толщина стенок мм	Емкость ковша в литрах	Вес ковша кг	Максимальный размер кусков если процент их из общего объема материала		
ширина В мм	вылет А мм	высота h мм				менее	более	около
						10%	10%	75%
102	70	76	1,98	0,25	0,41	45	25	13
127	89	95	1,98	0,60	0,56	51	3	19
152	102	108	2,36	0,90	0,98	64	51	25
178	114	127	2,36	1,39	1,22	64	51	25
203	127	140	2,36	1,87	1,46	76	64	32
254	152	159	2,77	3,34	2,45	89	76	38
279	152	159	2,77	3,65	2,55	89	76	38
305	152	159	2,77	4,00	2,96	89	76	38
305	178	184	3,56	5,44	3,95	102	89	45
356	178	184	3,56	6,35	4,95	102	89	45
356	203	216	4,37	8,30	6,28	114	102	51
381	178	184	3,56	6,95	5,58	102	89	45
407	178	184	3,56	7,65	6,04	102	89	45
407	203	216	4,37	9,65	7,96	114	102	51
457	203	216	4,37	11,00	8,08	114	102	51
457	254	267	5,16	17,20	12,80	127	114	107
584	178	184	3,56	12,00	8,63	102	89	45
610	203	216	4,37	14,50	10,45	114	102	51

Ковши типа АА по своей форме совершенно сходны с типом А, отличаясь от последнего лишь тем, что черпающая кромка и верхний край боковых стенок вдвое толще остальных стенок.

Ковши типа В имеют меньшую емкость по сравнению с типом А и применяются при меньших скоростях во избежание просыпания материала через переднюю стенку. Они чаще применяются в элеваторах с углом наклона около 70° к горизонту для транспортирования руды, дробленого камня, глины и слеживающихся материалов. Размеры ковшей приведены в таблице 41.

В таблице 42 помещены данные о ковшах типа С, применяющихся для транспортирования слеживающихся, прилипающих к стенкам материалов, как глина, соль, порошкообразная мокрая руда и т. п.

Благодаря достигнутой высокой степени совершенства в изготовлении чугунных литых ковшей и малой толщине их стенок, вес этих ковшей не выше стальных штампованных той же емкости.

В новых нормах, разработанных НИИПТ, приняты ряды ковшей типа А и В, довольно близкие по своей конфигурации к американским ковшам того же типа, но отличающиеся от них величиной радиуса закругления дна r .

¹ Еще одно менее существенное, но все же не лишенное значения достоинство такой формы ковшей — возможность компактной упаковки их при отправке с завода, так как ковши укладываются один в другой.

Таблица 41

Стандартные чугунные ковши типа В

Главные размеры ковшей			Толщина стенок мм	Емкость ковша в литрах	Вес ковша в кг	Максимальный размер кусков, если процент их из общего объема материала:		
ширина В мм	вылет А мм	высота h мм				менее 10%	более 10%	около 75%
102	38	57	1,57	0,10	0,19	25	13	7
178	89	127	1,98	0,91	0,86	51	38	19
203	89	127	1,98	1,08	0,92	51	38	19
254	102	140	2,36	1,76	1,70	64	51	25
305	140	190	2,77	3,83	3,16	76	64	32
407	165	228	3,56	6,85	6,14	89	76	38

Таблица 42

Стандартные чугунные ковши типа С

Главные размеры ковшей			Толщина стенок мм	Емкость ковша в литрах	Вес ковша в кг	Максимальный размер кусков, если процент их из общего объема материала		
ширина В мм	вылет А мм	высота h мм				менее 10%	более 10%	около 75%
152	114	102	2,36	1,39	0,88	51	—	—
178	114	102	2,36	1,62	1,15	51	—	—
203	114	102	2,36	1,84	1,32	51	—	—
254	127	102	2,77	2,46	1,70	64	—	—
305	127	102	2,77	2,95	1,77	64	—	—
356	178	140	3,56	7,18	4,20	89	—	—
407	178	140	3,56	8,20	4,90	89	—	—
457	203	203	4,37	14,75	8,00	102	—	—

Примечание. Емкости в таблицах для чугунных ковшей типа А, В и С даны при наполнении до уровня XX. Фактическая емкость зависит от характера материала и угла наклона элеватора.

При определении величины радиуса закругления днища можно исходить из приведенного ранее правила, по которому максимальные куски материала должны быть не больше двух третей вылета ковша (фиг. 317).

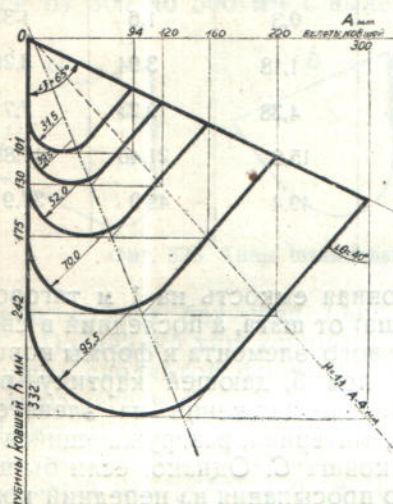
Как видно из этой фигуры, для того чтобы отдельные куски материала не защемлялись между стенками, размер максимального куска в поперечнике должен быть

$$a' < 2r. \quad (59)$$

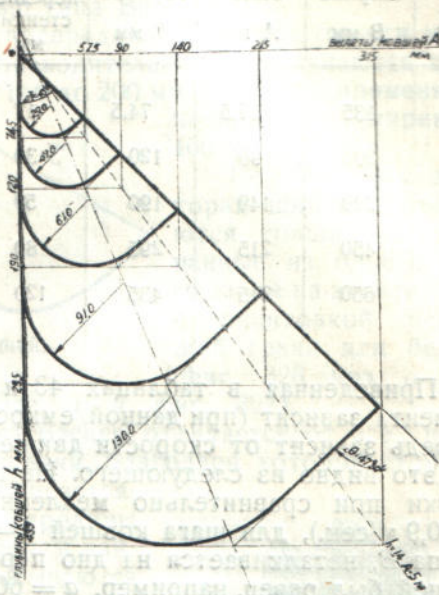
Отсюда соотношение между радиусом закругления и вылетом может быть выражено равенством

$$r = \frac{a'}{2} = \frac{2}{3} A \cdot \frac{1}{2} = \frac{A}{3}. \quad (60)$$

В американских типовых ковшах радиус закругления дна увеличивается на протяжении ряда несколько больше, чем вылет A , в то время как в ковшах НИИПТ соотношение, выраженное равенством (60), сохраняется на протяжении всего ряда. Составители норм НИИПТ исходили при этом из тех соображений, что «при малых размерах ковшей (выбранных по потребной производительности) значительно чаще, чем при больших, встретится необходимость их увеличения, вызываемая громоздкостью размеров кусков материала».



Фиг. 323. Нормальный ряд ковшей типа А (НИИПТ).



Фиг. 324. Нормальный ряд ковшей типа В (НИИПТ).

На фиг. 323 подана схема нормального ряда ковшей типа А, принятых новыми нормами НИИПТ; размеры ковшей этого ряда даны в таблице 43.

Таблица 43

Размеры ковшей нормального ряда типа А (НИИПТ)

№ ков-шей	Размеры ковшей в мм					Емкость ковша в литрах	Погонная емкость на 1 м тягового элемента	
	ширина В мм	вылет А мм	глубина h мм	высота передней стенки	радиус закругления дна		при шаге $a_1 = 2,5 h$	при шаге $a_2 = 3h$
1	135	94	101	57	31,5	0,72	2,86	2,385
2	200	120	130	74	39,5	1,78	5,52	4,61
3	300	160	175	100	52	4,87	11,2	9,35
4	450	220	242	140	70	14,12	23,35	19,42
5	650	300	332	193	95,5	38,3	46,1	38,35

Нормальный ряд ковшей типа В, принятый новыми нормами НИИПТ характеризуется следующими величинами:

- 1) угол среза ковша $\xi = 45^\circ$,
- 2) угол черпания ковша $\theta = 47,5^\circ$.

Схема этого ряда ковшей изображена на фиг. 324, а размеры даны в таблице 44.

Таблица 44

Размеры ковшей нормального ряда типа В (НИИПТ)

№ ковшей	Размеры ковшей в мм					Емкость ковша в литрах	Погонная емкость на 1 м тягового элемента	
	ширина <i>B</i> мм	вылет <i>A</i> мм	глубина <i>h</i> мм	высота передней стенки мм	радиус закругления днища		при шаге $a_1 = 2,5 h$	при шаге $a_2 = 3 h$
1	135	57,5	74,5	17	28	0,3	1,6	1,32
2	200	90	120	30	41	1,18	3,94	3,29
3	300	140	190	50	61	4,38	9,23	7,7
4	450	215	295	80	91	15,8	21,45	17,85
5	650	315	435	120	130	49,4	45,0	37,9

Приведенная в таблицах 43 и 44 погонная емкость на 1 м тягового элемента зависит (при данной емкости ковша) от шага, а последний в свою очередь зависит от скорости движения тягового элемента и формы ковша, как это видно из следующего. На фиг. 308 поз. 3, дающей картину разгрузки при сравнительно медленном рабочем движении на элеваторе ($v = 0,9$ м/сек.), для шага ковшей $a = 300$ мм, материал, разгружающийся из ковша *B*, наталкивается на дно переднего ковша *C*. Однако, если бы шаг ковшей был равен, например, $a = 600$ мм, то просыпания на передний ковш *D* при той же скорости не произошло бы.

На той же фигуре поз. 2 при $a = 300$ мм, но $v = 1,6$ м/сек., благодаря увеличенной скорости материал из ковша *B* проходит мимо ковша *C*, не сталкиваясь с ним.

Форма ковша тоже влияет на выбор величины шага, так как чем меньше радиус закругления днища, тем ближе могут быть расположены ковши при соблюдении условия, чтобы передняя стенка нисходящего ковша не засыпалась материалом из разгружающегося смежного ковша.

Емкость ковшей с малым радиусом закругления уменьшается, но вместе с тем и расстояние между ними может быть принято меньше. Этим и объясняется, что на ленточных элеваторах, на которых расстояние между ковшами может быть выбрано любым и независимым от шага цепи, как на цепных элеваторах, погонная емкость остается для ковшей разной формы (при тех же размерах *A*, *B* и *h*) почти постоянной.¹

Для цепных элеваторов с центробежной разгрузкой при скоростях таблицы 61 фирма Chain Belt обычно принимает шаг ковша

$$a = (2,5 - 3) h.$$

Для очень быстроходных элеваторов, работающих по зерну, имеет существенное значение возможное ограничение веса ковшей не только для снижения их стоимости, но и для уменьшения центробежной силы при огибании барабанов. Такие ковши часто изготавливаются из тонкого

¹ См. Hetzel, Belt conveyors and belt elevators, 1926, стр. 230.

листового железа в 0,5—0,6 мм. Они делаются из трех кусков и окантовываются сверху обручем из полосового железа. Передняя и задняя стенки выгибаются из одного куска, края которого соединяются с боковыми стенками загнутым швом. Обруч ковша усиливает прочность его в месте крепления спинки к ленте, предохраняет черпающий край от износа и придает ковшу жесткость.

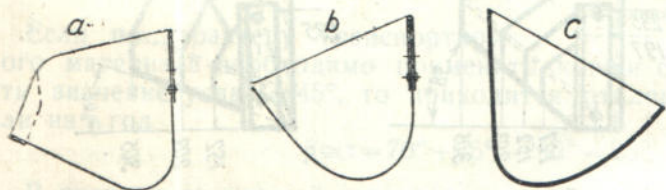
Уменьшение веса ковшей очень важно в быстроходных элеваторах, где развиваются довольно значительные центробежные силы. Тяжелые ковши из более толстого металла не только дороже, но и скорее чем легкие могут оторваться от ленты под влиянием центробежной силы.

На фиг. 325 изображен такой ковш типа Buffalo с выгнутой спинкой и распоркой посередине. Применяются эти ковши в зерновых элеваторах большой производительности и делаются шириной от 300 до 500 мм с вылетом от 150 до 200 мм. Распорка применяется, начиная от ширины в 400 мм.



Фиг. 325. Ковш зернового элеватора с выгнутой стенкой и распоркой.

На фиг. 326 изображены такие ковши типа Buffalo с выгнутой спинкой и распоркой посередине. Применяются эти ковши в зерновых элеваторах большой производительности и делаются шириной от 300 до 500 мм с вылетом от 150 до 200 мм. Распорка применяется, начиная от ширины в 400 мм.



Фиг. 326. Типы штампованных ковшей.

либо совсем без шва (фиг. 326, поз. c и фиг. 327).

Последний тип ковша („Columbus“ Becher) отличается от всех предыдущих сводчатой формой передней стенки, благодаря которой струя высыпающегося из ковша материала суживается. Действительно, частицы, лежащие у середины наружного края, находятся под действием наибольшей центробежной силы и выбрасываются первыми. За ними следуют частицы, лежащие сбоку, которые перед выбрасыванием из ковша скользят вдоль наружной стенки к ее середине. Такое центрирование струи имеет особое значение для случая, если начавший выгружаться в четвертом квадранте материал снова падает по пути на ленту или в ковш.

д) Ковши для тихоходных элеваторов

Материал, высыпавшийся под действием силы тяжести из ковшей тихоходных элеваторов, попадает (в типовых конструкциях по фиг. 284, 314) первоначально на лотки на впереди идущих ковшах, а затем ссыпается на стационарный приемный лоток. Для этого ковшам придается соответствующая форма: дно делается остроугольное без закругления, передняя стенка с выступами боковых стенок образует лоток. На фиг. 328 изображены разные типы стальных ковшей, непрерывно крепящихся к тяговому элементу, изготовляемых американской фирмой Link Belt.¹ Как видно из схемы

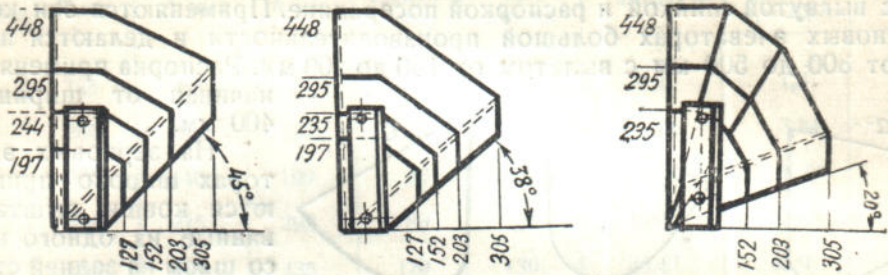
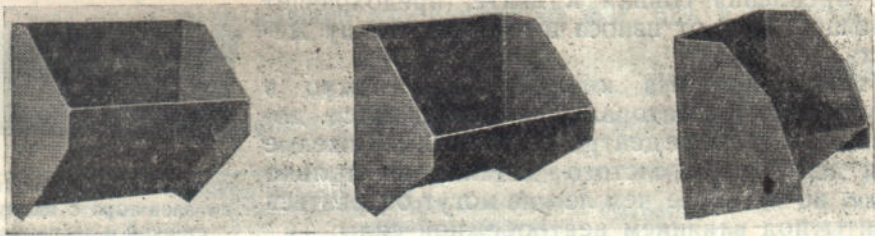


Фиг. 327. Быстроходный элеватор с штампованными ковшами „Columbus“ (Schmidt)

¹ Показанный на схемах и отсутствующий на снимках уголок, приклепанный к боковым стенкам, служит в некоторых конструкциях элеваторов как направляющий.

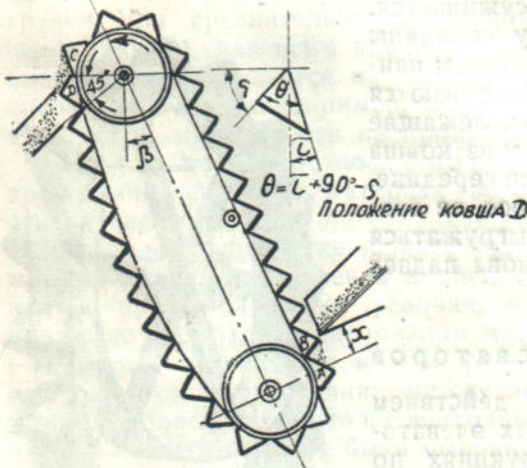
ковшей, угол черпания, в зависимости от рода перемешаемого материала, назначается

$$\theta = 45^\circ - 52 - 70^\circ.$$



Фиг. 328. Типы ковшей тихоходного элеватора (Link-Belt).

С увеличением угла θ увеличивается емкость ковша и уменьшается возможность заклинивания материала в острых углах дна. Однако, как можно заключить из фиг. 284 и 314, увеличение угла черпания ухудшает условия разгрузки материала: передняя стенка ковша, образующая лоток для ссыпания материала, может оказаться недостаточно наклоненной к горизонту и материал с нее не будет соскальзывать. В таких случаях, если желательно сохранить большой угол черпания θ , приходится делать наклонным весь элеватор. Пример наклонного элеватора с непрерывными ковшами, укрепленными на резиновой ленте, приведен на фиг. 329.



Фиг. 329. Наклонный элеватор с непрерывным рядом ковшей.

Рабочая ветвь поддерживается роликами, а холостая провисает свободно. Угол разгрузки (угол наклона к горизонту прямой, соединяющей верхний край разгрузочного жолоба с центром барабана) равен 45° . Содержимое ковша C попадает в разгрузочный жолоб по стенке ковша D .

Ясно, что качество разгрузки зависит от угла наклона к горизонту стенки ковша D в тот момент, когда она служит направляющим лотком. Положение ковша D в пространстве дано отдельно на той же фигуре. Увеличение угла ρ может быть достигнуто либо уменьшением угла черпания θ , либо увеличением угла τ , близкого по величине к углу наклона элеватора β . Если элеватор вертикальный, то угол $\tau = 0$ и $\theta = 90^\circ - \rho$. Для сухого нелипкого материала достаточно принимать угол

$$\rho = 40^\circ,$$

так как при этой величине такой материал свободно скользит по железной стенке ковша D . Угол черпания принимает при этом значение

$$\theta = 50^\circ.$$

Для таких материалов, как гравий, влажный уголь, камень и т. п., предпочитают принимать

$$\rho = 45^\circ.$$

Чтобы не уменьшать угла θ и избежать защемления материала, в острых углах дна выгодно наклонить элеватор настолько, чтобы τ был равен

$$\tau = 10^\circ \cong \beta.$$

Тогда

$$\theta = \tau + 90^\circ - \rho = 10^\circ + 90^\circ - 45^\circ = 55^\circ. \quad (61) \quad \text{Фиг. 330. Форма ковшей тихоходного элеватора (Chain Belt).}$$

Если по характеру транспортируемого материала необходимо применить ковши с углом $\theta = 70^\circ$ и сохранить значение угла $\rho = 45^\circ$, то приходится отклонять элеватор от вертикали на угол

$$\beta \cong \tau = 70^\circ + 45^\circ - 90^\circ = 25^\circ.$$

В отличие от ковшей элеваторов с центробежной разгрузкой, ковши тихоходных элеваторов не унифицированы и изготавливаются разными американскими фирмами неодинаковой формы. Так, например, в отличие от приведенных ранее ковшей Link Belt, фирма Chain Belt делает стальные клепаные ковши с углом черпания

$$\theta = 60^\circ \text{ и } 50^\circ.$$

Ковши эти изображены на фиг. 330, а размеры их даны в таблицах 45 и 46. Первый тип ковшей применяется на элеваторах с углом наклона к горизонту в 60° и меньше, а второй — на элеваторах с углом наклона от 60 до 90° (вертикальных).

Таблица 45

Непрерывные стальные ковши с углом $\theta = 60^\circ$

Главные размеры ковшей			Емкость ковша в литрах		Вес ковша в кг при толщине стенки 2,8 мм	Максимальный размер кусков, если процент их из общего объема материала		
ширина B мм	вылет A мм	высота h мм	неполный ¹	полный ²		менее 10%	более 10%	около 75%
254	127	197	2,4	3,5	3,7	76	64	32
229	152	235	3,2	4,6	4,5	89	76	38
254	152	235	3,5	4,9	4,7	89	76	38
279	152	235	3,9	5,6	5,0	89	76	38
305	152	235	4,2	6,0	5,2	89	76	38
279	203	298	7,4	9,9	7,2	114	102	51
305	203	298	8,1	10,6	7,4	114	102	51
356	203	298	9,5	12,4	8,1	114	102	51
406	203	298	11,0	14,5	8,7	114	102	51
508	203	298	13,0	18,0	10,0	114	102	51
406	305	451	25,4	33,2	14,7	178	152	76
508	305	451	31,8	41,7	16,6	178	152	76
610	305	451	38,2	50,0	18,7	178	152	76

¹ Ковши наполнены до уровня MX .

² Ковши наполнены до уровня OX .

Непрерывные стальные ковши с углом $\theta = 50^\circ$

Главные размеры ковшей			Емкость ковша в литрах		Вес 2,8 мм кг при толщине стенки ковша	Максимальные куски, если процент их из общего объема материала		
ширина В мм	вылет А мм	высота h мм	неполный ¹	полный ²		менее 10%/о*	более 10%/о	около 75%/о
254	127	197	1,7	2,8	3,8	76	64	32
229	152	235	2,1	3,9	4,6	89	76	38
254	152	235	2,5	4,2	4,9	89	76	38
279	152	235	2,8	4,9	5,2	89	76	38
305	152	235	3,2	5,3	5,4	89	76	38
279	203	298	5,3	8,8	7,4	114	102	51
305	203	298	5,6	9,9	7,5	114	102	51
356	203	298	6,7	11,3	8,2	114	102	51
406	203	298	7,8	13,0	8,8	114	102	51
508	203	298	9,9	16,6	10,2	114	102	51
406	305	451	18,0	30,0	15,3	178	152	76
508	305	451	23,0	38,0	17,4	178	152	76
610	305	451	27,0	46,0	19,5	178	152	76

Для уменьшения заклинивания материала в ковшах с углом $\theta = 45 - 50^\circ$ к стенке ковша приклепывается уголок (фиг. 331), перекрывающий острую часть днища. Ковши крепятся к цепям либо вплотную с перекрытием зазоров между ними, либо с небольшими просветами в несколько миллиметров (фиг. 332).

Перекрывающие ковши применяются при транспортировании материала с содержанием мелких пылевидных частиц, могущих просыпаться через зазоры. Такой тип ковшей принят в нормах Шахтостроя (фиг. 333). Габаритные размеры их даны в таблице 47.

Таблица 47

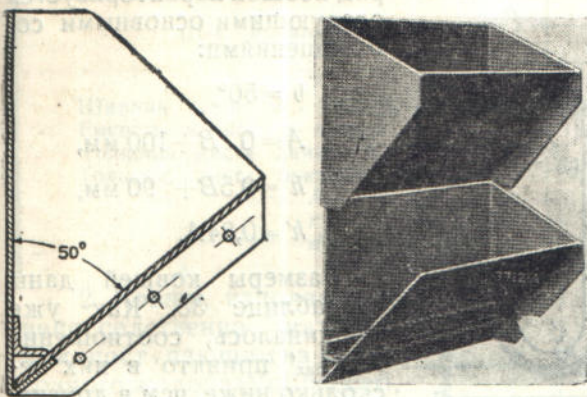
Размеры нормальных чешуйчатых ковшей (Шахтострой) по фиг. 333

Шаг цепи l	300	400
Ширина ковша B	300 400 500	500 600 700 800
Вылет ковша A	265	360
Глубина ковша h	300	400
Толщина листов днища δ	5	5
Толщина боковых листов δ_1	3 4	4
Соединительный уголок	$\geq 90 \times 60 \times 8$	$< 100 \times 65 \times 8$
Число и диаметр болтов, прикрепляющих уголок к ковшу	2 шт. $\varnothing 5,8''$	3 шт. $\varnothing 5/8''$
Полная теоретическая емкость ковша в литрах	12 16 20	40 48 56 64
Приблизительный вес в кг	12 15 19	27 31 35 39
Максимальный размер кусков угля мм	75 100 125	125 150 150 150

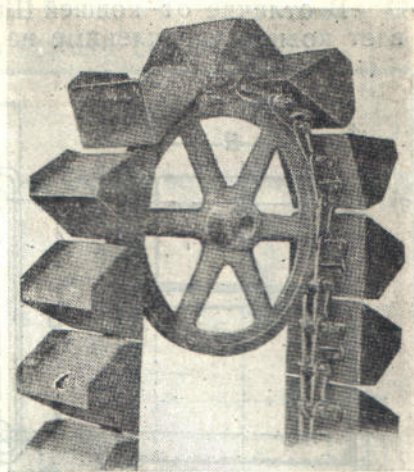
Примечание. Материал для ковшей—железо торговое; выполнение: ковш сварной.

¹ Ковши наполнены до уровня X X.

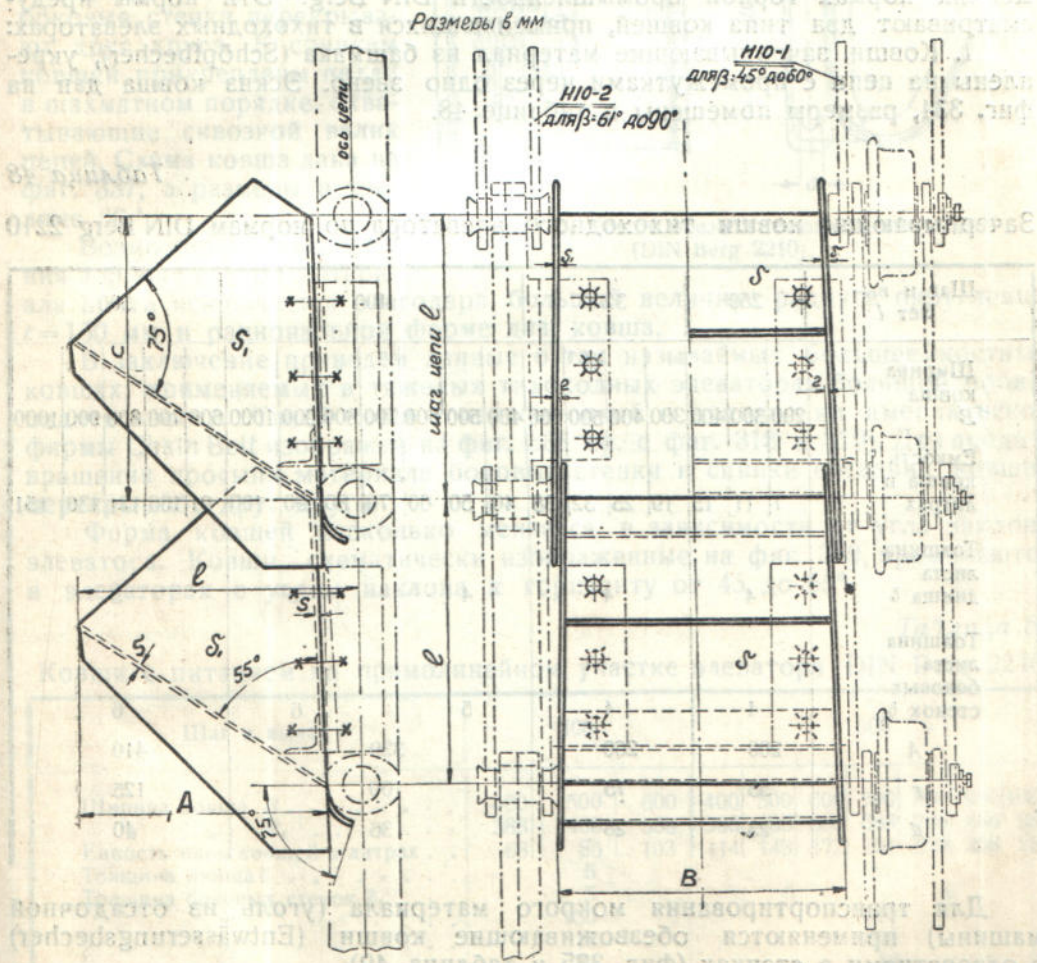
² Ковши наполнены до уровня M X.



Фиг. 331 Ковш с дном, перекрытым уголком (Jeffrey и Link-Belt).

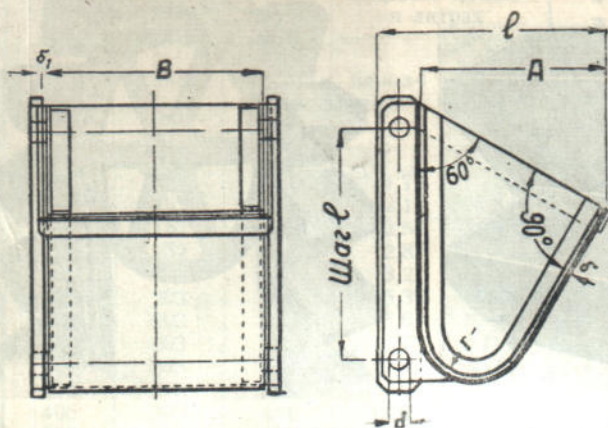


Фиг. 332. Расположение ковшей вплотную и с зазорами (Link-Belt).



Фиг. 333. Размеры нормальных чешуйчатых ковшей Шахтоостроя.

В отличие от ковшей Шахтостроя, проект норм НИИПТ предусматривает ковши, укрепленные на цепях с некоторым зазором. Нормальный ряд ковшей характеризуется следующими основными соотношениями:



$$\theta = 50^\circ$$

$$A = 0,2B + 100 \text{ мм,}$$

$$h = 0,5B + 90 \text{ мм,}$$

$$h' = 0,84A.$$

Размеры ковшей даны в таблице 38. Как уже упоминалось, соотношение $A : a_{\text{max}}$ принято в них несколько ниже, чем в других, проверенных опытом нормах.

Фиг. 334. Зачерпывающий ковш тихоходного элеватора (DIN Berg 2210).

Весьма подробно разработаны нормы ковшей в немецких нормах горной промышленности DIN Berg. Эти нормы предусматривают два типа ковшей, применяющихся в тихоходных элеваторах:

1. Ковши, зачерпывающие материал из башмака (Schöpfbecher), укреплены на цепи с промежутками через одно звено. Эскиз ковша дан на фиг. 334, размеры помещены в таблице 48.

Таблица 48

Зачерпывающие ковши тихоходного элеватора по нормам DIN Berg 2210

Шаг и вылет l	250				320				400				500						
Ширина ковша B	200	300	400	300	400	500	600	400	500	600	700	800	900	1000	600	700	800	900	1000
Емкость ковша в литрах	7	11	15	19	25	32	38	40	50	60	70	80	90	100	91	106	121	136	151
Толщина листа днища δ	4				4				4				5						
Толщина листа боковых стенок δ_1	4				4				5				6						
A	200				260				330				410						
r	55				75				100				125						
d	23				28				36				40						

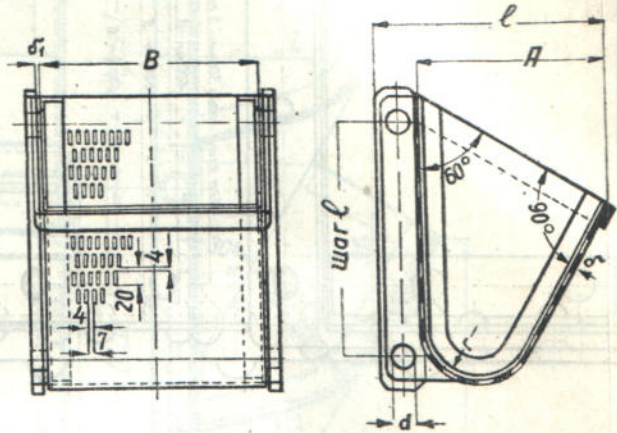
Для транспортирования мокрого материала (уголь из отсадочной машины) применяются обезвоживающие ковши (Entwässerungsbecher) с отверстиями в стенках (фиг. 335 и таблица 49).

Пример рабочего чертежа зачерпывающего ковша согласно нормам DIN дан на фиг. 336.

Ковши обезвоживающего элеватора по нормам DIN Berg 2210

Шаг и вылет l	320						400			
	Ширина ковша B	300	400	500	600	500	600	700	800	900
Емкость ковша в литрах	19	25	32	38	50	60	70	80	90	100
Толщина листа днища δ	4						5			
Толщина листа боковых стенок δ_1	4						6			
A	260						330			
r	75						100			
d	28						36			

2. Ковши, наполняемые непосредственно материалом, поступающим из загрузочного желоба (Vollbecher), укреплены на цепи без промежуточных. Для предотвращения просыпания материала один ковш делается шире, другой—уже, так что боковые стенки перекрывают друг друга. К спинкам ковшей прикреплены пеглы в шахматном порядке, охватывающие сквозной валик цепей. Схема ковша дана на фиг. 337, а размеры в таблице 50.¹



Фиг. 335. Ковши обезвоживающего элеватора (DIN Berg 2210).

Возможность защемления в ковше кусков материала почти исключается благодаря большой величине радиуса округления $r=150$ мм и рациональной форме дна ковша.

В заключение приведем данные о так называемых большеемкостных ковшах, применяемых в тяжелых тихоходных элеваторах большой производительности. Такой ковш с перегородкой в исполнении американской фирмы Chain Belt изображен на фиг. 338 ср. с фиг. 318 и 319). Для предотвращения просыпания материала боковые стенки и спинки соседних ковшей перекрывают друг друга.

Форма ковшей несколько меняется в зависимости от угла наклона элеватора. Ковши, схематически изображенные на фиг. 339, применяются в элеваторах с углом наклона к горизонту от 45 до 65°.

Таблица 50

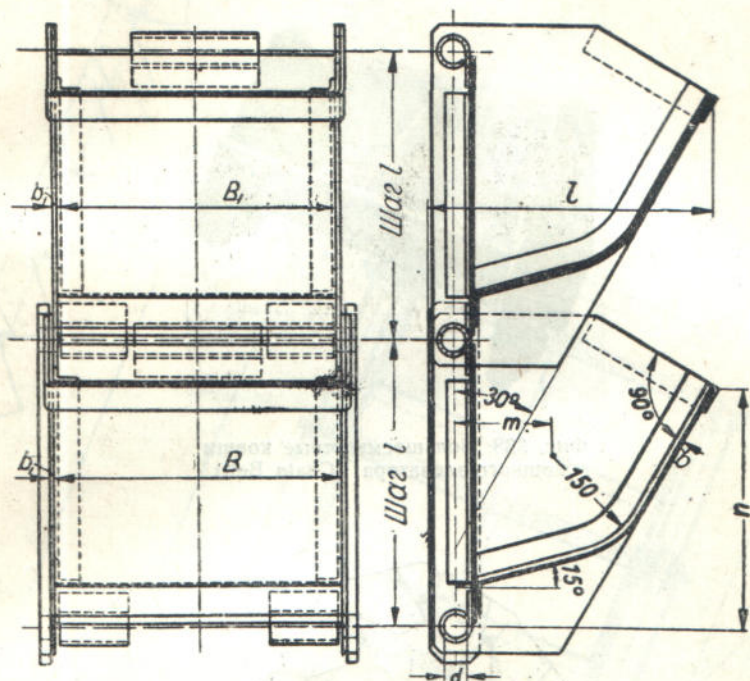
Ковши с питанием на прямолинейном участке элеватора DIN Berg 2210

Шаг и вылет l	400						500			
	Ширина ковша B	400	500	600	400	500	600	700	800	900
" " B_1	388	488	588	388	488	588	688	786	886	986
Емкость пары ковшей в литрах	68	86	103	114	143	172	201	229	258	287
Толщина днища δ	5						5			
Толщина боковых стенок δ_1	5						6			
m	150						210			
n	310						350			
p	36						46			

¹ См. также табл. 68.

Для элеваторов с углом наклона $65—90^\circ$ применяется форма ковшей, изображенная схематически на фиг. 340. Довольно значительной емкости ковша для цепных элеваторов большой производительности предусмотрены нормами Шахтостроя для трех углов наклона элеватора к горизонту: $45—60^\circ$; $61—80^\circ$; $81—90^\circ$.

Форма ковшей изображена на фиг. 341, а подробные размеры даны в таблице 51.

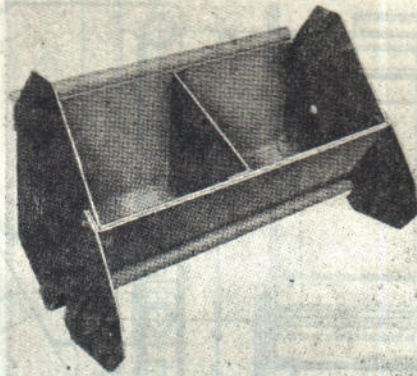


Фиг. 337. Ковш тихоходного элеватора с заполнением из лотка (DIN Berg 2210).

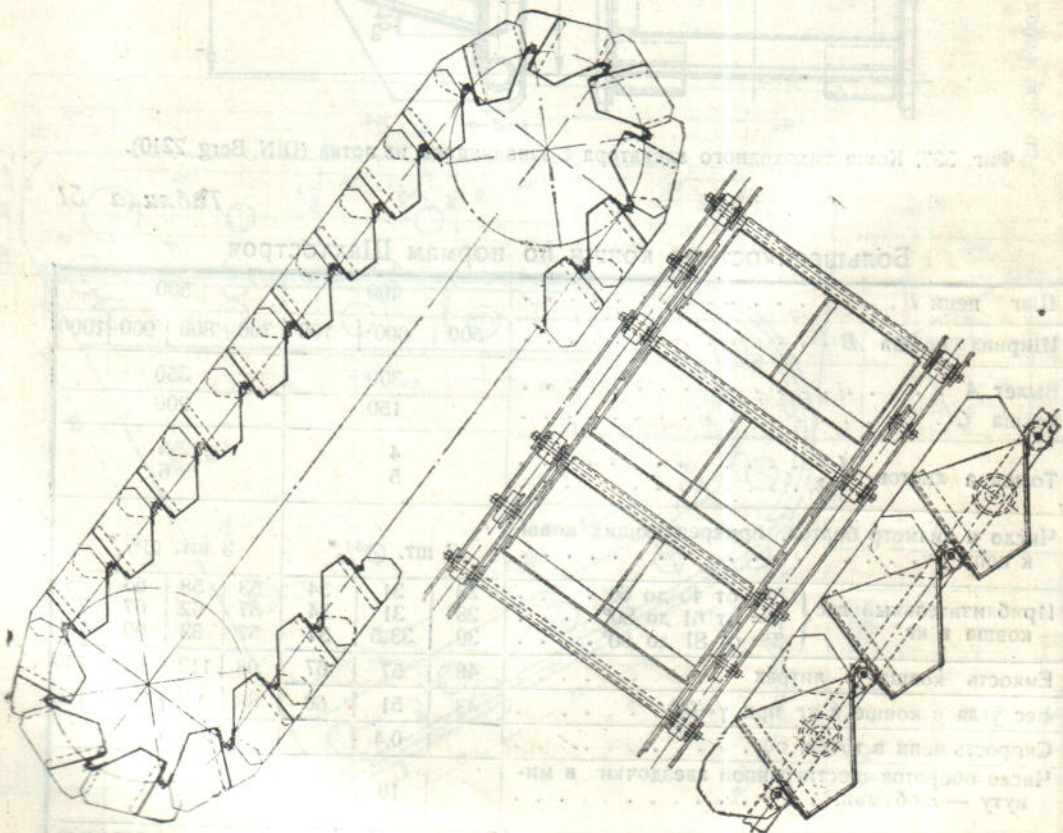
Таблица 5Г

Большеемкостные ковши по нормам Шахтостроя

Шаг цепи l	400			500			
Ширина ковша B	500	600	700	700	800	900	1000
Вылет A	300			350			
ковша C	150			200			
Толщина листов $\left\{ \begin{array}{l} \delta \\ \delta_1 \end{array} \right.$	4 5			5 6			
Число и диаметр болтов, прикрепляющих ковш к цепи	3 шт. $\varnothing 5/8''$			3 шт. $\varnothing 3/4''$			
Приблизительный вес ковша в кг $\left\{ \begin{array}{l} \beta = \text{от } 45 \text{ до } 60^\circ \\ \beta = \text{от } 61 \text{ до } 80^\circ \\ \beta = \text{от } 81 \text{ до } 90^\circ \end{array} \right.$	28	31	34	53	58	63	68
	28	31	34	57	62	67	72
	30	33,5	37	57	63	69	75
Емкость ковша в литрах	48	57	67	98	112	126	140
Вес угля в ковше в кг при $\gamma=0,9$	43	51	60	88	100	113	126
Скорость цепи в м/сек. v	0,4			0,4			
Число оборотов шестигранной звездочки в минуту — л об/мин.	10			8			
Производительность элеватора т/час при $\gamma=0,9$	155	185	215	250	290	325	360
Максимальный размер кусков угля в мм	125	150		150			

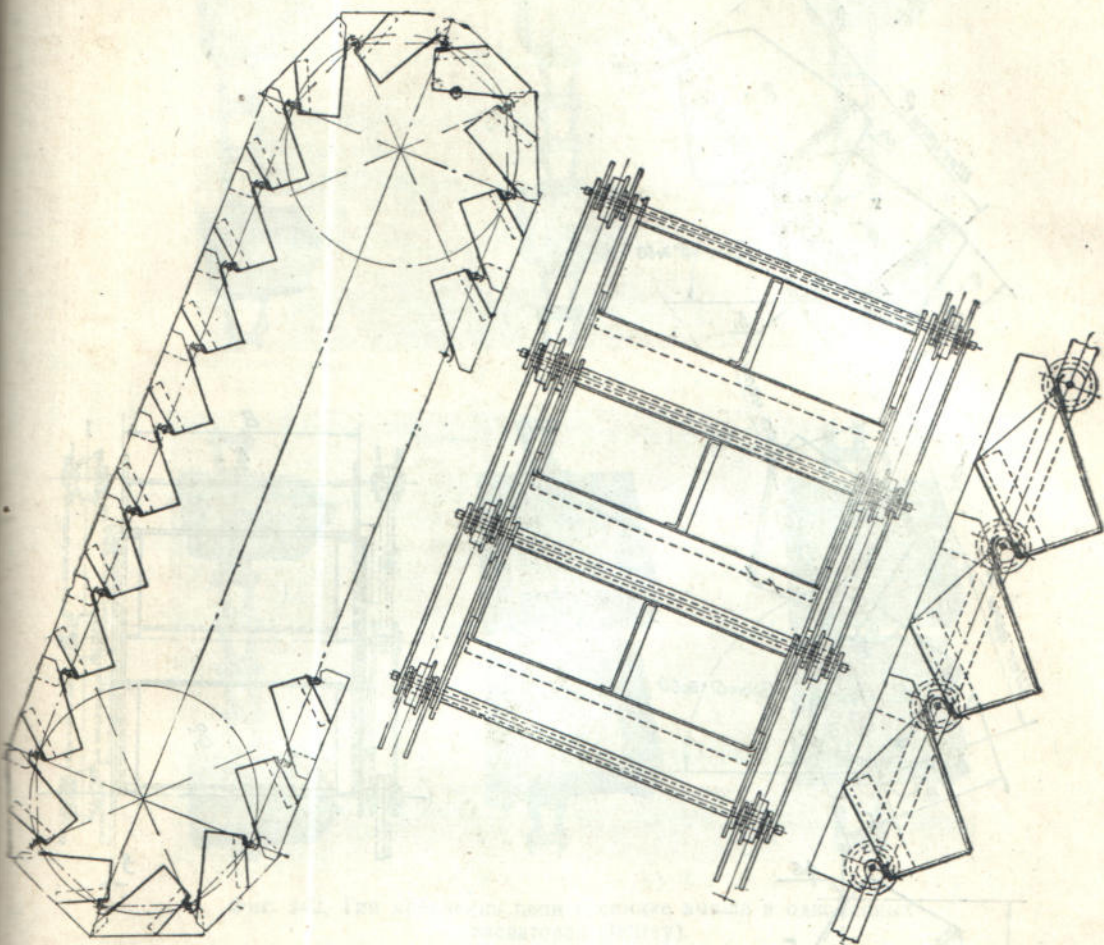


Фиг. 338. Большеемкостные ковши
мощного элеватора (Chain Belt)



Фиг. 339. Большеемкостные ковши для элеваторов с углом наклона к горизонту 45-65°.

Ковши изготавливаются из „торгового“ железа сваркой. В тех случаях, когда элеватор работает периодически, приведенные производительности могут быть увеличены на 25% за счет соответственного повышения рабочей скорости,



Фиг. 340. Большеемкостные ковши для элеваторов с углом наклона к горизонту 65—90°.

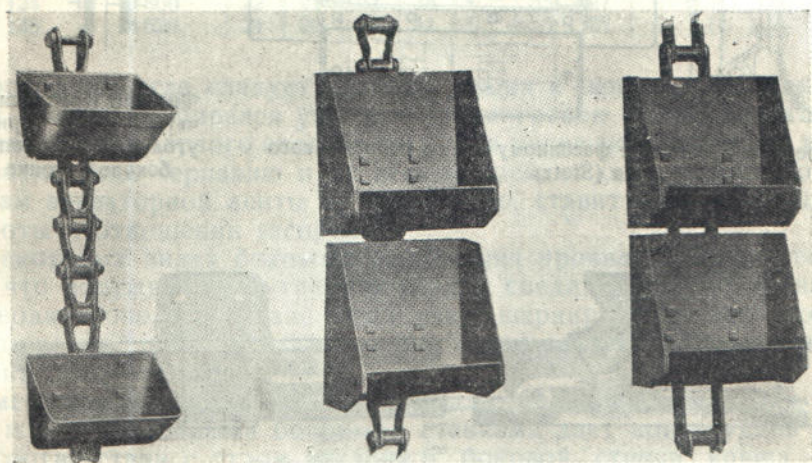
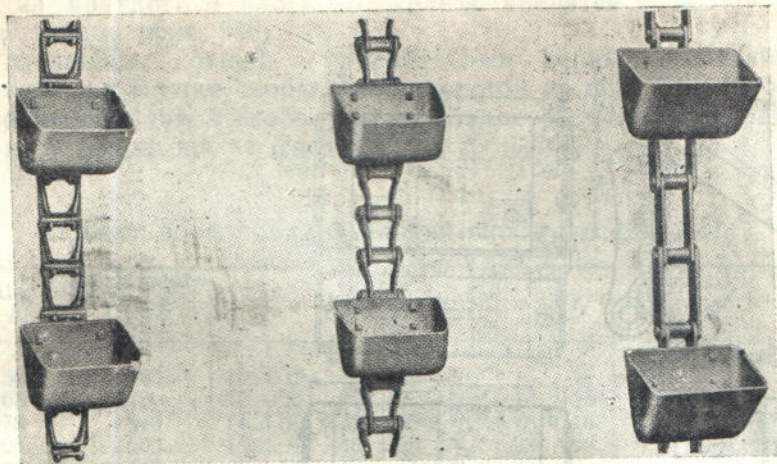
2. КРЕПЛЕНИЕ КОВШЕЙ К ТЯГОВОМУ ЭЛЕМЕНТУ

Способ крепления ковшей к тяговому элементу зависит от рода тягового элемента и типа, формы и емкости ковшей. Конструктивно особенно резко отличаются способы крепления ковшей к цепям и к ленте.

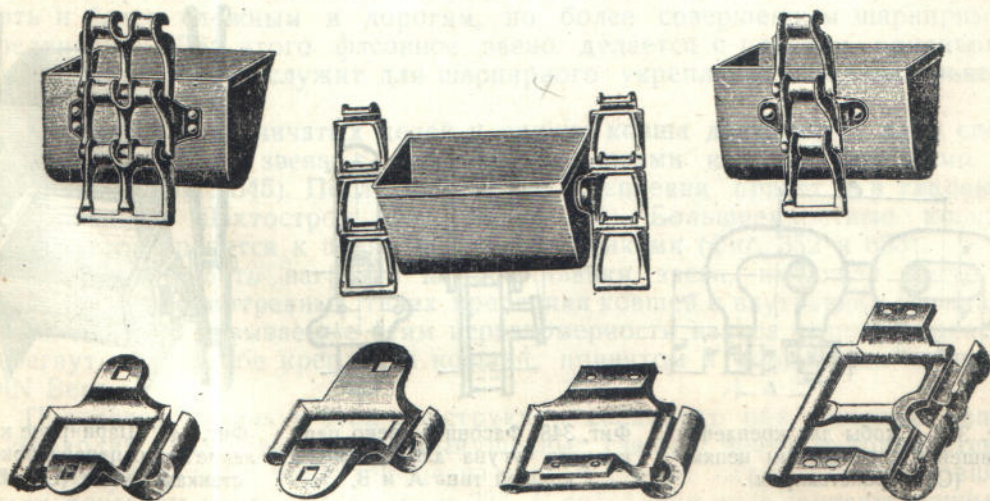
Примеры крепления рабочих элементов к цепям были уже рассмотрены в предыдущем изложении, поэтому здесь мы более подробно остановимся на креплении ковшей к лентам.

а) Крепление ковшей к цепям

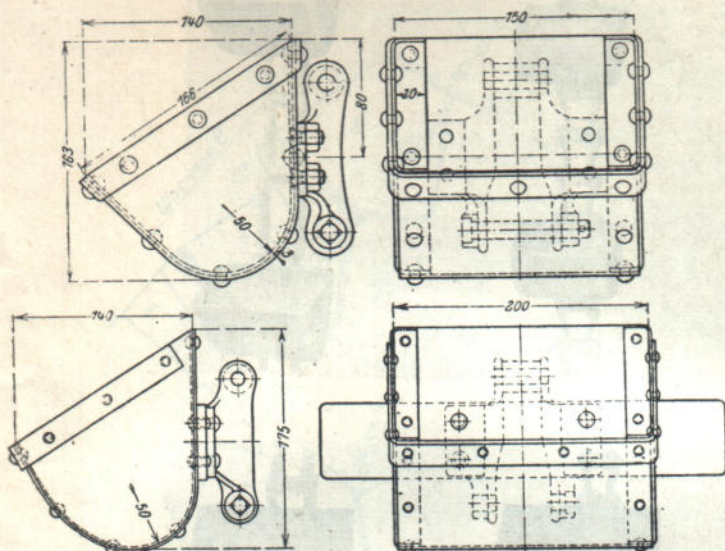
В одноцепных элеваторах тяговой элемент крепится к спинке ковша (фиг. 342). При наличии цепей с литыми звеньями крепление производится при помощи специальных фасонных звеньев с двумя или четырьмя отверстиями для болтов (фиг. 343 и 344). В пластинчатых цепях крепление ковшей осуществляется угольниками. Случай крепления к спинке ковша и к боковой стенке показан на фиг. 345.



Фиг. 342. Тип крепления цепи к спинке ковша в одноцепных элеваторах (Jeffrey).

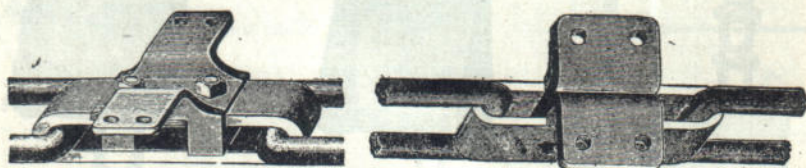


Фиг. 343. Фасонные звенья литых цепей Эварта (Schmidt).

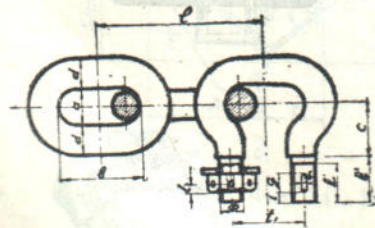


Фиг. 344. Крепление ковша к фасонному звену цепи ковкого чугуна (Stotz).

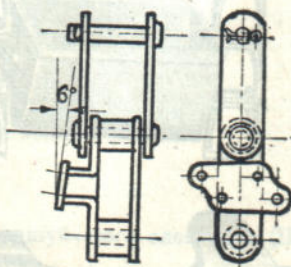
Фиг. 345. Крепление пластинчатых цепей при помощи угольников к спинке или боковой стенке ковша.



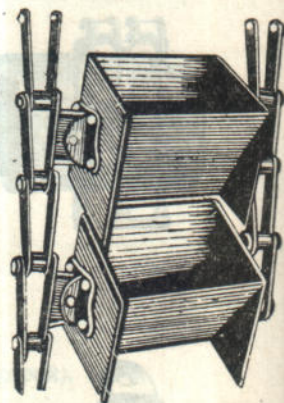
Фиг. 346. Крепление ковшей к цепям из круглого и плоского железа.



Фиг. 347. Скобы для крепления ковшей к корабельным цепям (Союзтранстехпром).



Фиг. 348. Фасонное звено цепи ковкого чугуна для крепления ковшей типа А и В.



Фиг. 349. Шарнирное крепление литых цепей к боковым стенкам ковша (Link-Belt).

Цепи из круглого и плоского железа крепятся к ковшу особыми вставными лапами (фиг. 346).

Для крепления ковшей к корабельным цепям Союзтранстехпром применяет звенья в виде скобы, изображенной на фиг. 347. Проект нормальных размеров такой скобы дан в таблице 52. Способ крепления ковшей к канату дан выше на фиг. 288.

Таблица 52

Проект норм соединительной скобы по фиг. 347

№	Шаг <i>l</i>	Допускаемое усилие кг	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	\varnothing	<i>e</i>	<i>e</i> ₁	<i>i</i>	<i>g</i>	δ	<i>t</i> ₁	<i>t</i> ₁
1	56	785	10	12	28	18	5/16"	14	10	2	5	2	2,6	25
2	68	1130	12	15	34	22	3/8"	18	15	4	8	2	4	30
3	78	1540	14	17	39	25	3/8"	18	15	4	8	2	4	35
4	90	2000	16	19	45	28	1/2"	23	18	5	9	2,5	4,5	40
5	100	2540	18	22	50	31	5/8"	30	23	6	11	3	6	45
6	112	3140	20	24	56	34	5/8"	30	23	6	11	3	6	50
7	124	3800	22	27	62	38	3/4"	35	27	6	14	4	7	55
8	136	4520	24	29	68	41	3/4"	35	27	6	14	4	7	60

Вопрос о том, где следует крепить ковши к цепям — у боковых стенок или спинок, разбирался уже при рассмотрении систем элеваторов.

Преимущество первого способа состоит в менее эксцентричной нагрузке от сопротивления черпанию и от веса ковшей, но он уступает второму по габаритам элеваторной ленты и, кроме того, ставит цепи в худшие условия работы в отношении засорения.

На некоторых видах бокового соединения проявляется еще тот недостаток, что наружная и внутренняя планки соединительного звена нагружены неодинаково, вследствие чего и износ шарниров цепи неравномерный. Для повышения срока службы цепей в таких случаях уменьшают иногда общую нагрузку на них.

Пример фасонных литых звеньев для бокового крепления ковшей типа А и В с наклонными боковыми стенками дает конструкция по фиг. 348. В соответствии с углом наклона 6° боковой стенки ковша, поверхность соприкосновения прилива на звене имеет скос под тем же углом.

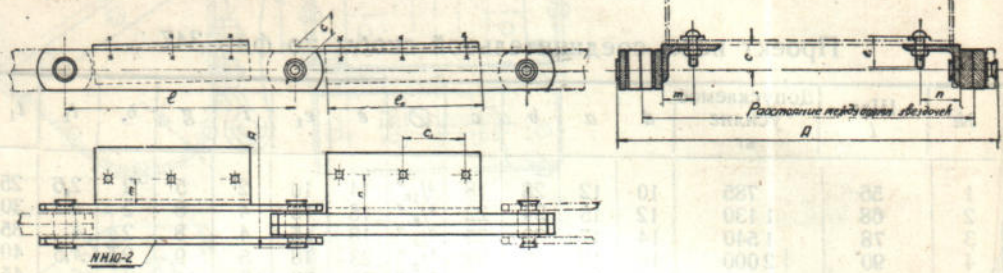
Чтобы избежать вредного действия на ковши и их соединение возможных всегда некоторых перекосов цепей одна относительно другой, жесткое крепление при боковом расположении цепей заменяется иногда хоть и более сложным и дорогим, но более совершенным шарнирным соединением. Для этого фасонное звено делается с плоским приливом, отверстие которого служит для шарнирного укрепления соединительной вилки (фиг. 349).

Крепление пластинчатых цепей к спинке ковша достигается либо специальной формой звена с отогнутыми лапами или же при помощи угольников (фиг. 345). Последний метод крепления принят и в типовых конструкциях Шахтостроя (фиг. 350 и 351). Большеемкостные ковши Шахтостроя крепятся к цепям боковыми стенками (фиг. 352 и 353).

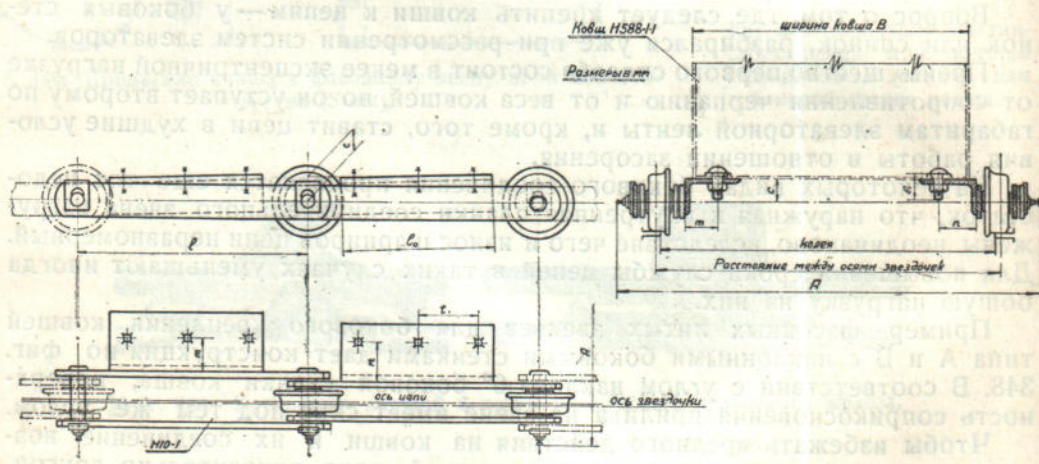
Несимметричность нагрузки на обе планки звена, имеющая место в нескольких рассмотренных типах крепления ковшей к внутренним планкам обеих цепей, и вызываемые этим неравномерности износа шарниров цепей избегнуты в способе крепления ковшей, принятом в германских нормах DIN Berg.

Поперечный валик в этой конструкции соединяет обе боковые цепи и проходит через отверстия в выпущенных сзади и внизу боковых стенках ковшей и через укрепленные на задней стенке петли. Такие ковши были показаны на фиг. 334, 335 и 337. В собранном виде соответственные элеваторные ленты представлены на фиг. 354—356.

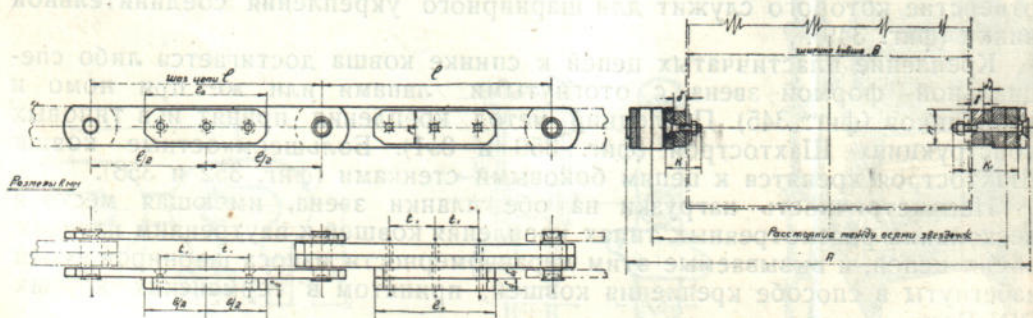
Цепи из круглого и плоского железа крепятся к концу осей...
 (Фиг. 346)
 Для крепления ковша к безроликовой цепи...
 Ширина ковша В
 Размеры мм
 Расстояние между осями звездочек
 А



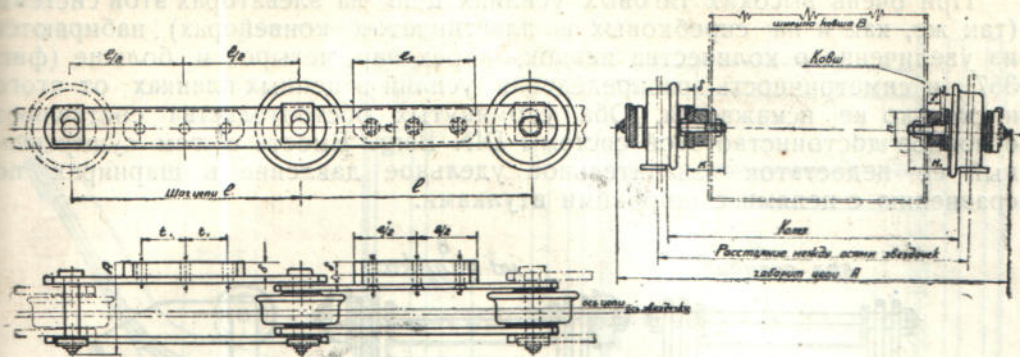
Фиг. 350. Крепление спинки ковша к безроликовой цепи (Шахтострой).



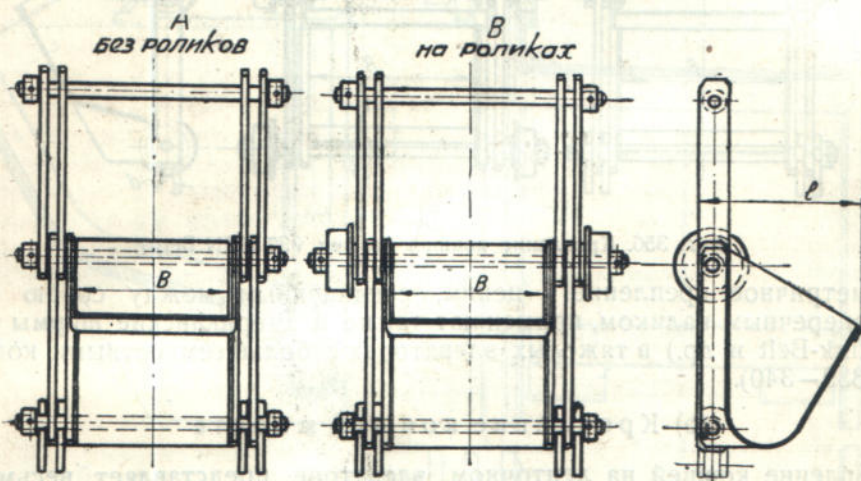
Фиг. 351. Крепление спинки ковша к роликовой цепи (Шахтострой).



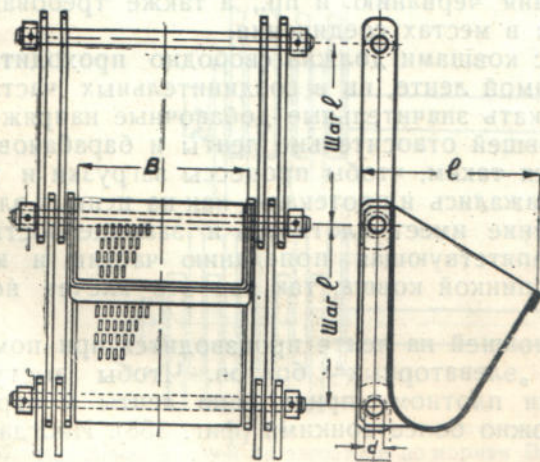
Фиг. 352. Боковое крепление большеемкостных ковшей к безроликовой цепи (Шахтострой).



Фиг. 353. Боковое крепление большеемкостных ковшей к роликовой цепи (Шахтострой).

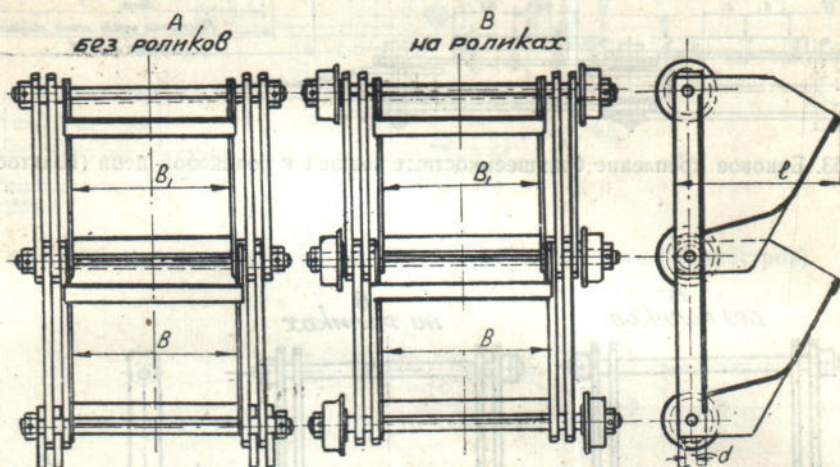


Фиг. 354. Крепление ковшей по фиг. 334 (DIN Berg).



Фиг. 355. Крепление ковшей по фиг. 335 (DIN Berg).

При очень высоких тяговых усилиях цепи на элеваторах этой системы (так же, как и на скребковых и пластинчатых конвейерах) набираются из увеличенного количества планок — трех пар, четырех и больше (фиг. 357¹) и симметричность распределения усилий в цепных планках от этого нисколько не искажается. Оба упомянутых обстоятельства составляют основное достоинство этой системы DIN Berg. Вместе с тем существенный ее недостаток — значительное удельное давление в шарнирах по сравнению с цепями с широкими втулками.



Фиг. 356. Крепление ковшей по фиг. 337 (DIN Berg).

Симметричное крепление к цепям, соединенным между собою сквозным поперечным валиком, применяют также и американские фирмы (Chain Belt, Link-Belt и др.) в тяжелых элеваторах с большесемкостными ковшами (фиг. 339—340).

б) Крепление ковшей к ленте

Крепление ковшей на ленточном элеваторе представляет весьма ответственную деталь, от которой в значительной мере зависит правильная эксплуатация элеватора и срок службы ленты.

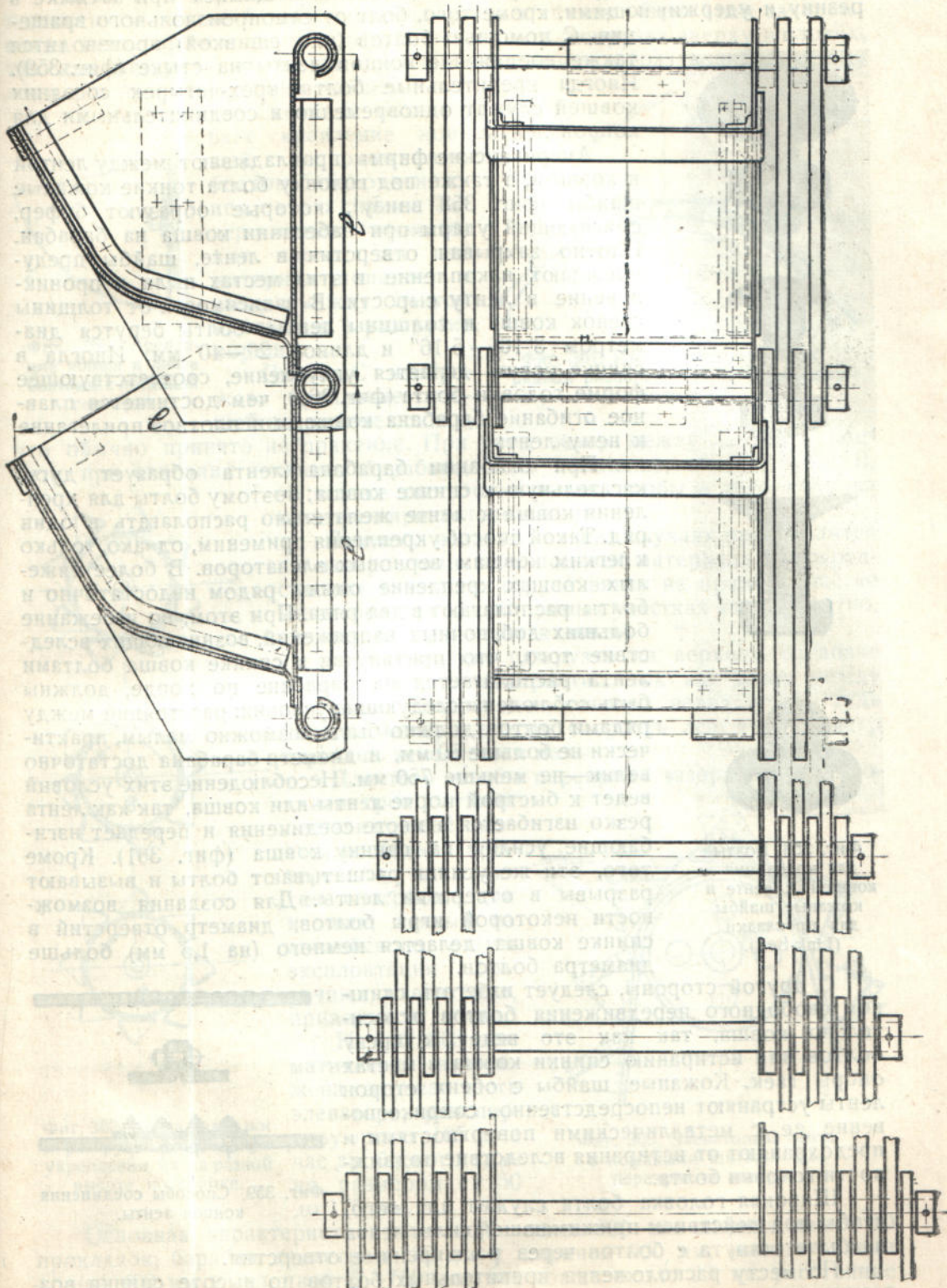
Рациональный способ крепления ковшей должен в первую очередь удовлетворять требованию прочного соединения, гарантирующего от отрыва ковшей под действием центробежной силы, при случайных увеличениях сопротивления черпанию и пр., а также требованию наименьшего ослабления ленты в местах соединения.

Далее, лента с ковшами должна свободно проходить по барабанам и при этом ни в самой ленте, ни в соединительных частях, ни в ковшах не должны возникать значительные добавочные напряжения.

Положение ковшей относительно ленты и барабанов при огибании их должно оставаться таким, чтобы процессы загрузки и разгрузки ковшей нисколько не искажались и протекали, как на цепных элеваторах. И наконец, особое значение имеет плотность и защищенность соединения, по возможности препятствующая попаданию частиц и кусков материала между лентой и спинкой ковша, так как это влечет нередко серьезные повреждения.

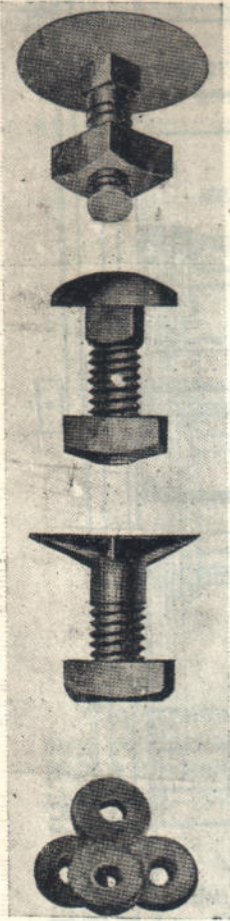
Укрепление ковшей на ленте производится при помощи специальных так называемых „элеваторных“ болтов. Чтобы выступающие головки болтов не мешали плотному прилеганию ленты к барабану, их делают плоскими и возможно более тонкими (фиг. 358). Иногда плоская головка

¹ Характеристику ковшей и цепей см. в табл. 63.



Фиг. 357. Крепление ковшей на элеваторе по нормам DIN Berg (Gröppel).

снабжается снизу ребрами прочности, вдавливающимися при затяжке в резину и удерживающими, кроме того, болт от самопроизвольного вращения. С помощью болтов (или сшивкой) производится также соединение концов ленты на стыке (фиг. 359). Иногда крепительные болты трех-четырех соседних ковшей служат одновременно и соединительными для концов ленты.



Фиг. 358. Болты для крепления ковшей к ленте и кожаные шайбы для прокладки (Link-Belt).

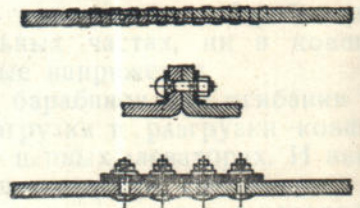
Американские фирмы прокладывают между лентой и ковшем, а также под головку болта тонкие кожаные шайбы (фиг. 358 внизу), которые образуют буфер, смягчающий удары при набегании ковша на барабан. Плотнo закрывая отверстия в ленте, шайбы предупреждают накопление в этих местах пыли и проникновение в ленту сырости. В зависимости от толщины стенок ковша и толщины ленты, болты берутся диаметром $3/16$ — $5/16$ " и длиной 20—40 мм. Иногда в спинке ковша делается углубление, соответствующее форме головки болта (фиг. 360), чем достигается плавное огибание барабана ковшами и плотное прилегание к нему ленты.

При огибании барабана лента образует дугу, касательную к спинке ковша; поэтому болты для крепления ковша к ленте желательно располагать в один ряд. Такой способ укрепления применим, однако, только к легким ковшам зерновых элеваторов. В более тяжелых ковшах крепление одним рядом недостаточно и болты располагают в два ряда. При этом, во избежание больших добавочных напряжений, возникающих вследствие того, что притянутая к спинке ковша болтами лента располагается на барабане по хорде, должны быть соблюдены следующие условия: расстояние между рядами болтов должно быть возможно малым, практически не больше 50 мм, и диаметр барабана достаточно велик—не меньше 750 мм. Несоблюдение этих условий ведет к быстрой порче ленты или ковша, так как лента резко изгибается в месте соединения и передает изгибающие усилия на спинку ковша (фиг. 361). Кроме того, эти же усилия расшатывают болты и вызывают разрывы в отверстиях ленты. Для создания возможности некоторой игры болтов, диаметр отверстий в спинке ковша делается немного (на 1,5 мм) больше диаметра болтов.

С другой стороны, следует избегать слишком свободного передвижения болтов относительно ковша, так как это ведет к срезу болтов или истиранию спинки ковша в местах опоры гаек. Кожаные шайбы с обеих сторон ленты устраняют непосредственное соприкосновение ее с металлическими поверхностями и предохраняют от истирания вследствие подвижности головки болта.

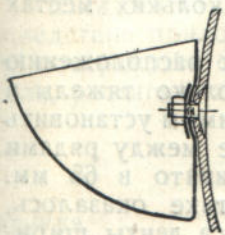
Широкая головка болта служит для того, чтобы под действием прижимающей силы лента не была стянута с болтов через расширенные отверстия.

По месту расположения крепительных болтов по высоте спинки возможны три случая, изображенные схематически на фиг. 362, где положения ковшей на верхней и нижней половине окружности изображают прохождение ковшей по верхнему и нижнему барабану элеватора.



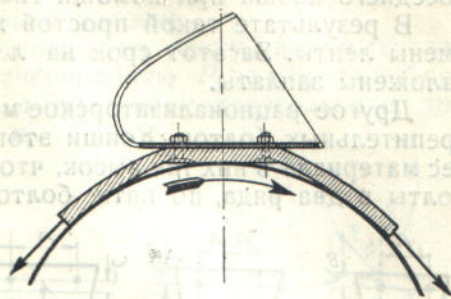
Фиг. 359. Способы соединения концов ленты.

Схема А изображает крепление к ленте непрерывных ковшей с расположением болтов близко к верхнему краю спинки. При этом зачерпывание внизу происходит в хороших условиях, а разгрузка вверх в плохих, так как материал из ковша высыпается в зазор, образующийся между лентой и впереди идущим ковшем.



Фиг. 360. Крепление ковша к ленте болтами с потайной головкой.

Схема В показывает крепление ковшей с расположением болтов близко к нижнему краю спинки. Зачерпывание происходит плохо, так как материал попадает в зазор между лентой и ковшем, а разгрузка хорошо.



Фиг. 361. Изгиб ленты при двухрядном расположении крепительных болтов.

Схема С изображает крепление ковшей посередине спинки,

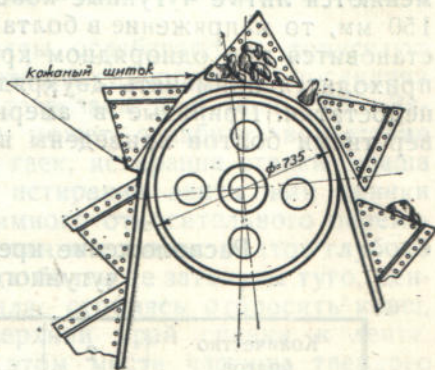
что обычно принято на практике. При этом зазор между лентой и ковшем при огибании нижнего барабана, хоть и меньше, чем по схеме В, но все же достаточно велик, чтобы в него попадал материал при зачерпывании.

Поэтому питание в таких случаях производится не зачерпыванием, а подачей материала непосредственно в ковши, струей вниз на прямом участке элеватора, так как на прямых участках ковши плотно, без зазора прилегают к ленте.

Напротив, при разгрузке на верхнем барабане условия более благоприятны, так как зазор между лентой и ковшем недостаточно велик, чтобы туда попадал материал, если скорость ленты и диаметр барабана не слишком малы.

Для того чтобы перекрыть зазоры и этим продлить срок службы ленты и ковшей, имеется несколько проверенных на практике способов. Один из них, взятый из английского опыта эксплуатации ленточных элеваторов, приводится ниже.¹

На фиг. 363 схематически изображена головная часть элеватора, транспортирующего 105 т в час дробленого камня, размером ст 50 до 175 мм.



Фиг. 363. Элеваторная лента с кожаными щитками для перекрытия зазоров.

Фиг. 362. Схема загрузки и разгрузки ковшей при укреплении их на разной высоте по спинке.

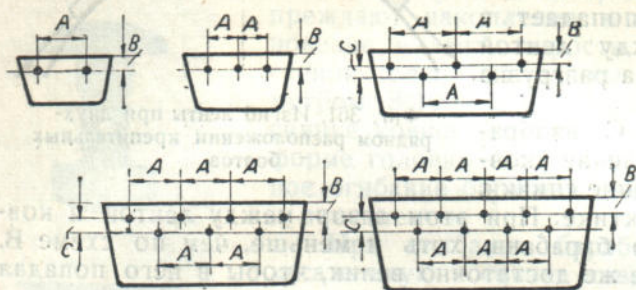
Основная характеристика элеватора: лента 800 мм ширины имеет 10 прокладок; барабан диаметром 735 мм и шириной 900 мм; высота спинки ковша 400 мм и шириной В—750 мм, вес ковша около 23 кг; расстояние между центрами барабанов 34 м. Как видно из фигуры, зазор между лентой

¹ Some notes on elevator details, „Mechanical Handling“, февраль 1932. стр. 63.

и ковшем, вследствие малого диаметра барабана и значительной высоты спинки, получается довольно большим. При малой скорости ковшей в этот зазор попадали камни, которые быстро портили ленту. Для устранения этого дефекта, спинка каждого ковша была соединена с передней стенкой соседнего ковша при помощи гибкого кожного щитка.

В результате такой простой меры элеватор работал четыре года без смены ленты. За этот срок на ленте были только в нескольких местах наложены заплатки.

Другое рационализаторское мероприятие относилось к расположению крепительных болтов. Ковши этого типа элеватора настолько тяжелы и вес материала в них так высок, что было признано необходимым установить болты в два ряда, по пяти болтов в каждом. Расстояние между рядами



Фиг. 364. Расположение крепительных болтов на спинке чугунного ковша.

было принято в 65 мм. На практике оказалось, что полоса ленты шириной в 65 мм между рядами болтов оставалась плоской и не прилегалась к барабану. Болты постоянно расшатывались и лопались, ковши не держались плотно, спинки ковшей давали трещины между отверстиями для болтов по зигзагообразной линии.

Вследствие этого была сделана попытка работать с одним рядом болтов. Болты второго ряда были сняты, лента получила возможность свободно огибать барабан и излишние напряжения в болтах, в стенке ковша и ленте были устранены. Оставшиеся пять болтов достаточно плотно удерживали ковш в его положении. Однако далеко не во всех случаях удается ограничиться одним рядом болтов. Так, в элеваторах с центробежной разгрузкой, транспортирующих руду или подобные тяжелые и истирающие материалы, обыкновенно применяются литые чугунные ковши и когда вылет ковша превышает 125 — 150 мм, то напряжение в болтах от черпания и собственного веса ковшей становится при одностороннем креплении слишком велико. В таких случаях приходится применять двухрядное крепление, несмотря на присущие ему недостатки. Принятые в американской практике расстояния между отверстиями болтов приведены на фиг. 364 и в таблице 53.

Таблица 53

Расположение крепительных болтов на спинке чугунного ковша (фиг. 364)

Количество болтов	2		3			5			7		9		
Ширина ковша													
B мм	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
A мм	75	75	50	62,5	75	87,5	87,5	95	120	80	100	87,5	100
B мм	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
C мм	—	—	—	—	—	—	—	20	20	20	20	20	20

Отверстия для болтов — 7 мм, диаметр болтов 6 мм.

Наряду с отрицательными сторонами двухрядного крепления ковша (некоторое увеличение износа ленты) оно имеет и свои достоинства. Так, в этом случае ковш плотнее сидит на своем месте, чем исключается

возможность игры его относительно ленты и случайной порчи ее. Кроме того, в период зачерпывания значительно уменьшается натяжение в болтах, следовательно и возможность вытягивания головок болтов сквозь ленту и разрыва отверстий в ней. Действительно, плоская спинка ковша, укрепленного на ленте одним рядом болтов (фиг. 365), прикасается к ленте во время огибания барабана только по узкой полоске.

Если считать, что реакция давления ковша на ленту, возникающая вследствие приложения сопротивления зачерпыванию P , распределяется по поверхности сопротивления шириною a по закону треугольника, то сила, растягивающая болты F , находится из

$$P \cdot A = F \cdot \frac{2}{3} a.$$

откуда

$$F = \frac{3}{2} \frac{P \cdot A}{a} \quad (62)$$

и сила, срезающая болты, равна P .

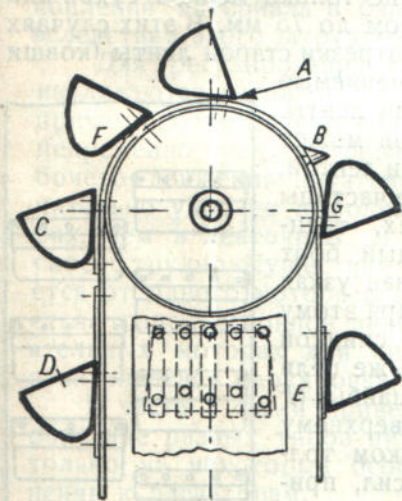
Если выгнуть спинку ковша по радиусу барабана, как показано на фиг. 365 справа, то ширина a значительно возрастает и поэтому уменьшается F .

В зерновых элеваторах, где материал насыпается обычно в башмаке выше уровня вала барабана, отчего возрастает сопротивление зачерпыванию, применение ковшей по фиг. 325 с выгнутой задней спинкой значительно увеличивает срок службы ленты.

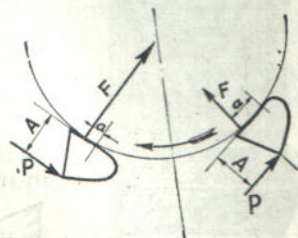
По той же причине двухрядное крепление, увеличивающее несколько ширину площади соприкосновения ковша с лентой (фиг. 361), вызывает уменьшение натяжения в болтах и дольше сохраняет ленту.

Netzel так определяет неполадки и аварии, возникающие на элеваторе в местах укрепления ковшей к ленте, и способы борьбы с ними.

Когда болты ослабевают и допускают игру ковша относительно ленты, последняя может быть разрезана в A (фиг. 366). Затяжка болтов может ослабнуть вследствие отвинчивания гаек, истирания стеньки ковша под гайками, истирания ленты или спинки ковша от взаимного относительного перемещения, вдавливания головок болтов глубоко в ленту. Когда болты не затянуты туго, центробежная сила, стремясь отбросить ковш, прижимает верхний край спинки к ленте. Попавшие в этом месте частицы твердого материала (песок, руда) вдавливаются в поверхность ленты и нарушают цельность защитного резинового покрова. Если спинка ковша имеет острую верхнюю грань, то она может при этом совсем перерезать ленту.



Фиг. 366. Приспособления для защиты ленты от порчи в местах крепления болтов.

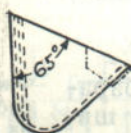
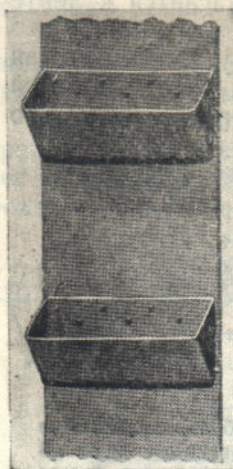


Фиг. 365. К определению растягивающих усилий на крепительных болтах при зачерпывании.

Если не все болты на ковше затянуты и некоторые из них ослабели, то полная нагрузка, сосредоточившись на затянутых болтах, вызывает в них чрезмерные напряжения. Это ведет либо к прорыву ленты головками болтов, либо к поломке самих болтов. Оторванный ковш, упавший в башмак, может вызвать серьезную аварию и остановку элеватора. Оторванный ковш, выброшенный в отводящий жолоб, может вызвать закупорку его и

гоже поломку элеватора. Поэтому важно время от времени осматривать ковши и подтягивать гайки болтов.

Тяжелые чугунные ковши на нисходящей ветви элеватора (*G* на фиг. 366) отвисают и образуют сверху зазоры между ковшом и лентой, в которые



могут попадать и заклиниваться в них частицы материала. На одном элеваторе под каждым ковшом были укреплены к ленте деревянными шурупами трехугольные деревянные призмы (*B* на фиг. 366), равные по длине полной ширине ленты. Предохраняя зазор от попадания в него частиц транспортируемого материала, это дешевое и простое устройство больше чем вдвое увеличило срок службы ленты.

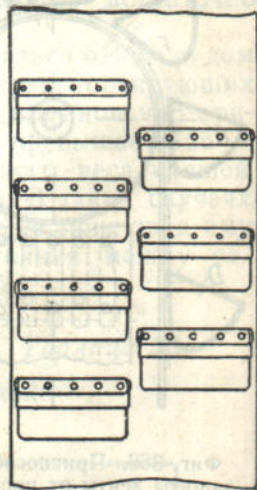
Фиг. 367. Литые чугунные ковши с изогнутыми спинками по выпуклости барабана (Chain Belt).

В некоторых рудных районах Америки ленточные центробежные элеваторы применяются для транспортирования не только мелкой сухой или влажной руды, но и кусковой руды размером до 75 мм. В этих случаях часто между лентой и ковшом прокладывают отрезки старой ленты (ковши *C* и *D* на фиг. 366). Эти отрезки, легко сменяемые при истирании, служат хорошей защитой для ленты.

Следствием недостаточной затяжки болтов может еще быть образование зазоров между ковшом и лентой, в которые проникают и накапливаются мелкие частицы материала, царапающие ленту. В элеваторах, транспортирующих мокрые материалы, под каждый болт в отдельности прокладывается самостоятельная узкая полоса старой ленты (*E* на фиг. 366). Благодаря этому вода свободно проникает между лентой и спинкой ковша и вымывает оттуда песчинки. Для той же цели применяются иногда эластичные резиновые шайбы (*F* на фиг. 366), которые вместе с тем не дают верхнему краю спинки ковша врезаться в ленту. Слишком толстые шайбы увеличивают, однако, момент сил, приложенных к ковшу, что нежелательно при тяжелых условиях зачерпывания.

Как видно из предыдущего, лента подвержена износу главным образом в местах пропуска крепительных болтов. Поэтому для лучшего использования ленты, прежде чем она окончательно износилась, все ковши иногда перекрепляют на новых местах, расположенных в промежутке между прежними. Иногда уже при установке нового элеватора отверстия для болтов в ленте делают сразу для двух или трех разных положений ковшей, через полшага и через треть шага ковшей. Эта мера сильно облегчает и ускоряет перестановку ковшей, когда в ней возникает надобность.

Совершенно своеобразные трудности возникают при креплении к лентам ковшей большой ширины.



Фиг. 368. Расположение на ленте ковшей в два ряда.

Барабаны элеваторов для центрирования хода ленты часто выполняются выпуклыми подобно тому, как это делается иногда и на ленточных транспортерах. Чем шире лента, тем больше выпуклость барабана, на которой лента при огибании барабана вытягивается на середине больше, чем по краям.

При этом на спинку ковша передаются изгибающие усилия и крайние болты испытывают значительно большую растягивающую нагрузку, чем средние. В зерновых элеваторах с ковшами из тонкого листового железа спинки их пружинят и выгибаются по выпуклости барабана. При наличии чугунных ковшей, чтобы избежать излишнего напряжения в болтах и ковшах и предупредить вытягивание головок болтов сквозь ленту, изготовляют иногда литые ковши со слегка изогнутой спинкой (фиг. 367) соответственно выпуклости барабана. Одновременно этим достигается лучшее прилегание ленты к барабану и уменьшается ее скольжение и износ.

Нередки также конструкции, на которых к ленте крепятся по ширине два ряда ковшей, располагаемые в шахматном порядке (фиг. 368).

2. ПИТАНИЕ ЭЛЕВАТОРОВ

а) Типы питателей

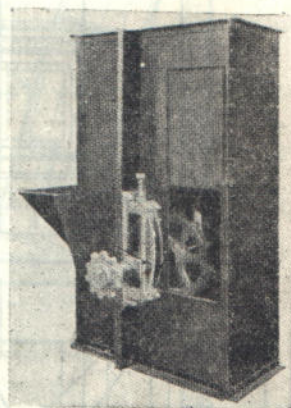
Как уже упоминалось, для нормальной работы элеватора необходимо, чтобы количество материала, поступающего в башмак элеватора, в каждый момент времени строго соответствовало количеству материала, поднимаемому ковшами (см. фиг. 314 и 315). Только при этом условии исключается возможность накопления материала в башмаке и возникновения вследствие этого затруднений в работе элеватора.

Для регулирования струи материала устанавливаются специальные механические питатели, причем способ приведения их в действие должен непременно предусматривать согласованность рабочего движения питателя и элеватора, что значительно удобнее выполнить в цепных элеваторах, чем в ленточных. В тех случаях, где этот способ трудно осуществим, привод питателя делается от одного мотора с элеватором и связывается трансмиссионной передачей, а при самостоятельных моторах для них устраивается иногда электрическая блокировка.

В части I были приведены классификация и описание разных типов питателей.¹ Здесь укажем только на некоторые особенности их в применении к элеваторам.

На фиг. 369 изображен башмак элеватора, вал нижней цепной звездочки которого удлинен в одну сторону. На удлиненный конец нижнего вала насажена цепная звездочка для привода питателя. Стенка башмака усилена швеллером, воспринимающим изгибающее усилие от натяжения приводной цепи. В рассматриваемой конструкции приведение в действие питателя от натяжного вала несколько затрудняет перестановку последнего при затягивании цепей элеватора. Это обстоятельство может в некоторых случаях послужить лишним основанием для перенесения натяжного устройства на верхний вал.

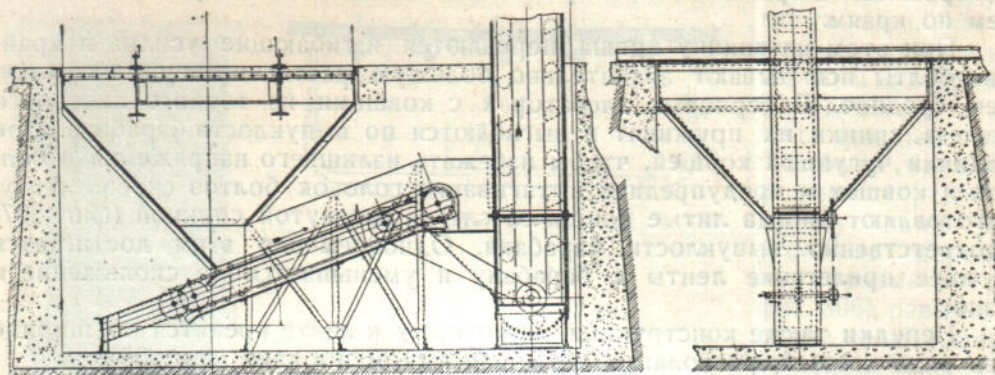
Схема подачи материала пластинчатым питателем из железнодорожного бункера в башмак элеватора изображена на фиг. 370.



Фиг. 369. Башмак элеватора с цепной звездочкой для передачи движения питателю (Chain Belt).

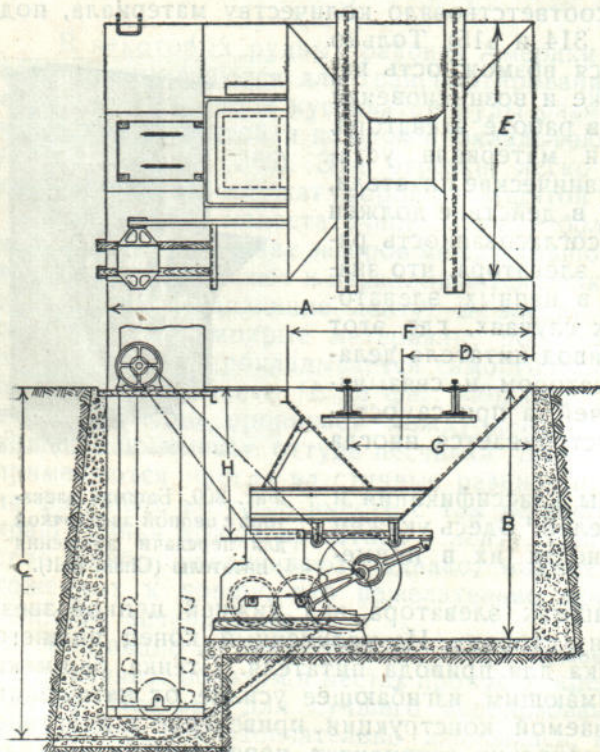
¹ „Конвейерные установки“, ч. I, 1932, стр. 126.

Рабочее движение питатель получает через двойную цепную передачу от нижнего вала элеватора. Наибольший угол наклона такого питателя 30°. Если доставляемый по ж.-д. колее материал поступает в рядовом виде



Фиг. 370. Пластичатый питатель под бункерной ямой (Chain Belt).

или в крупных кусках и подлежит дроблению, то дробилку, как указывалось, предпочитают ставить между питателем и элеватором. При небольшой производительности предварительное дробление нередко дает возможность уменьшить размеры ковшей. На фиг. 371 изображена такая система с предварительным дроблением.



Фиг. 371. Установка качающегося питателя и дробилки (Link-Belt).

Качающийся питатель получает рабочее движение от вала дробилки, приводимой в действие отдельным мотором, установленным на уровне почвы.

В типовых конструкциях приемной ямы ее размеры и емкость связываются с производительностью элеватора, как видно из таблицы 54.

Другой случай элеваторной установки с качающимся питателем дан на фиг. 372. Транспортируемый материал (уголь) пропускается здесь через решетку, на которой дробятся вручную крупные куски. Характерным для этой установки является необычно высокое положение подводящего лотка, определяемое тем, что уголь подается непосредственно в ковши и наклон элеватора к вертикали — мал.

Пример применения для питания элеватора винтового транспортера (шнека) показан на фиг. 373, представляющей общую установку осадочной машины на углемойке. Шнек и элеватор служат для уборки отделенных сланцев.

Размеры бункера и производительности элеватора по фиг. 371

Размер ямы								Размер дробилки	Производит. элеватора по углю т/час
A	B	C	D	E	F	G	H		
4 570	2 610	3 975	990	2 740	1 980	1 370	1 400	500×600	38
5 500	3 020	4 760	1 550	3 050	3 050	2 300	1 630	700×600	45
6 250	3 225	5 020	1 855	3 660	3 660	2 610	1 705	700×900	64

На фиг. 315 был приведен питатель барабанного типа, служащий для дозирования материала порциями, соответствующими емкости ковшей. Такие же крыльчатые питатели, открытые сверху и имеющие более мелкие ячейки, применяются не только в качестве дозаторов, но и для подачи материала более или менее ровной струей (фиг. 374).

б) Башмак элеватора

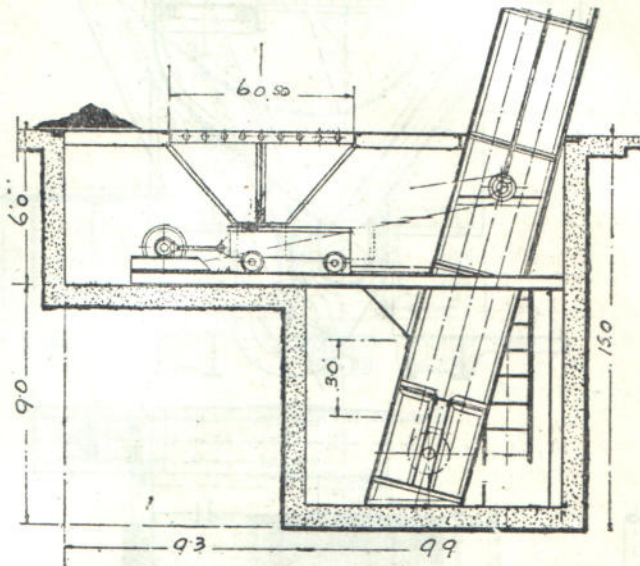
1. Форма башмака

Основное назначение башмака — подвод перемещаемого материала к ковшам элеватора при огибании ими нижнего барабана для облегчения зачерпывания. Кроме того, башмак поддерживает вал нижнего барабана, а иногда и весь кожух элеватора.

Как мы уже видели, материал подается либо непосредственно в ковши в начале восходящей ветви, либо зачерпывается из башмака. В последнем случае дно башмака обычно профилируется по траектории, описываемой внешним краем ковша, причем чем больше форма дна соответствует траектории ковшей, тем меньше сопротивление при зачерпывании. Это особенно заметно при транспортировании твердого кускового материала. Край ковша, раньше чем зачерпнуть груз, толкает его на котором участке впереди себя. Ясно, что сопротивление при скольжении кусков материала по изогнутому железному дну башмака значительно меньше, чем при проталкивании их по постели из кусков материала, лежащего ниже. Этим объясняется стремление по возможности уменьшить зазор между черпающей кромкой ковша и дном башмака.

Во многих случаях зазор делается меньше размера отдельных частиц (кусков) материала; если же это недостижимо, то в несколько раз больше его, чтобы уменьшить действие заклинивания частиц между дном башмака и внешней гранью ковша.

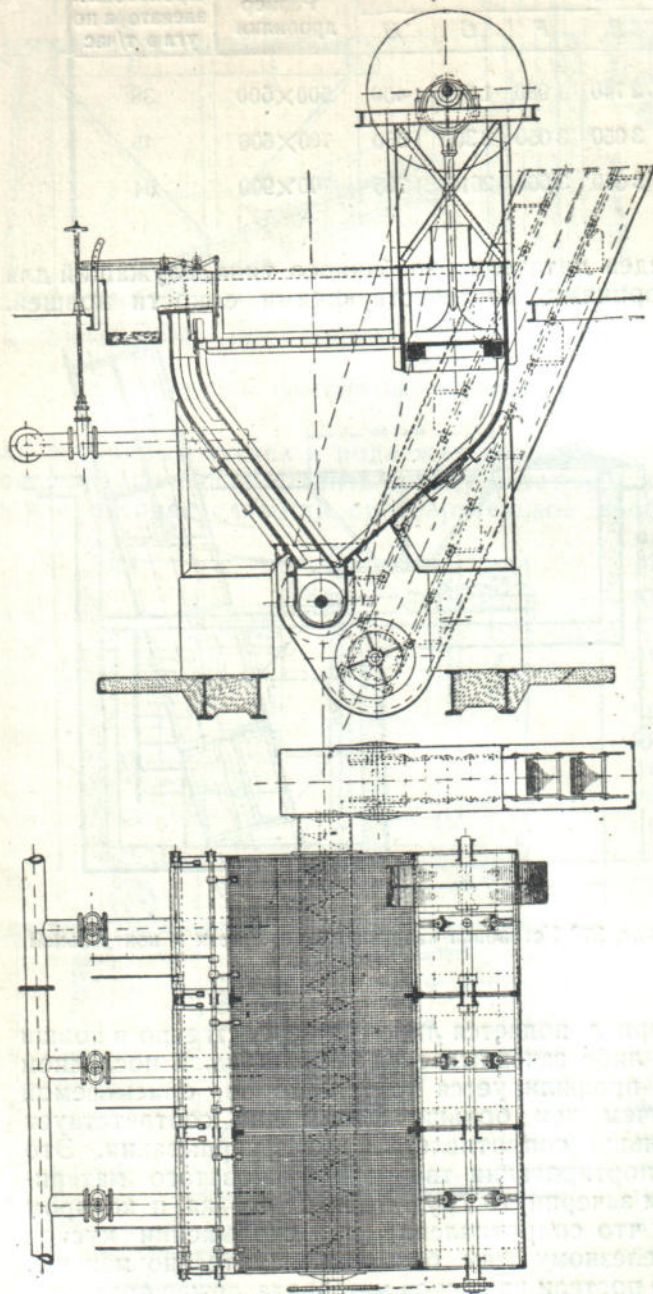
Интересные специальные опыты для определения рациональной формы башмака и условий уменьшения сопротивления зачерпыванию были произ-



Фиг. 372. Установка качающегося питателя и контрольной решетки.

ведены проф. Hanffstengel. Опытная установка для этой цели изображена на фиг. 375.

Как видно из чертежа, башмак имеет форму цилиндра, ось которого совпадает с центром нижнего барабана. Жолоб, подводящий материал, подходит к башмаку приблизительно на высоте центра барабана. При таком способе подачи материала работа черпания уменьшалась на 5—70% по сравнению с обычным способом, где подводящий жолоб подходит тангенциально к низу башмака (пунктирное изображение на том же чертеже).



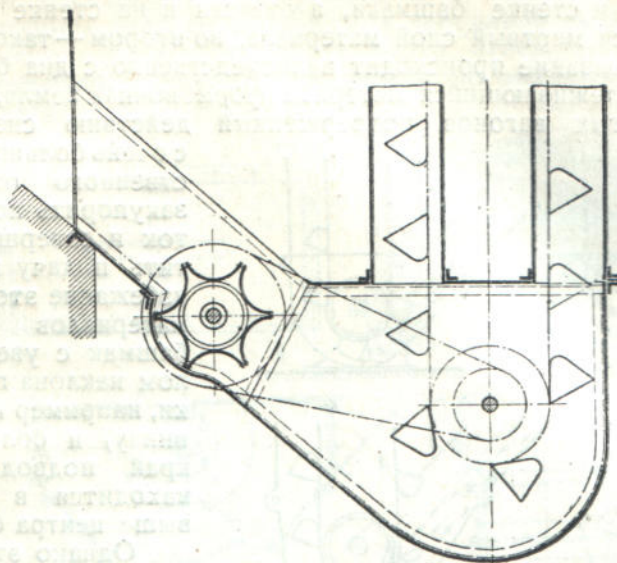
Фиг. 375. Винтовой питатель для подачи сланцев от отсадочной машины (Schüchtermann & Kremer).

Слева и справа показан процесс загрузки ковшей для двух различных положений барабана, служащего натяжным: верхнего положения, имеющего место на новой установке, когда лента и цепи еще не деформировались от растягивающей рабочей нагрузки, и нижнего — которое барабан принимает после определенного срока работы элеватора. В первом

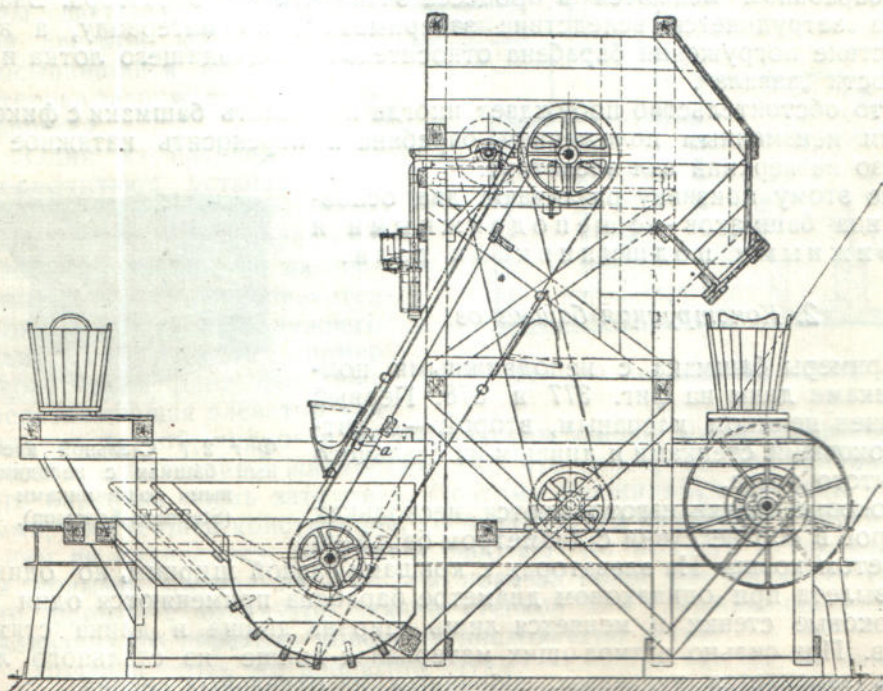
Однако цилиндрическая форма башмака на участке, на котором происходит зачерпывание, имеет и недостаток — возможность защемления кусков материала. При обычно принятой форме башмака с наклонной передней стенкой возможность защемления значительно меньше, так как лежащий на ней слой материала обладает некоторой податливостью.

Угол наклона передней стенки башмака принимается в зависимости от рода перемещаемого материала, угла его естественного откоса и угла скольжения по наклонной плоскости подводящего лотка и башмака.

Обычный угол наклона передней стенки для материалов с небольшим углом естественного откоса составляет 45° (фиг. 376 сверху.) При этом нижний край подводящего лотка приходится примерно на высоте центра барабана.



Фиг. 374. Крыльчатый барабанный питатель с цепной передачей от нижнего вала элеватора.



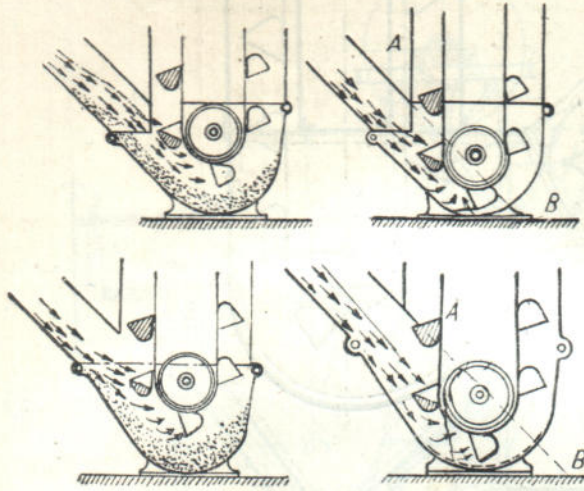
Фиг. 375. Опытная элеваторная установка для определения сопротивления зачерпыванию.

случае на дне и стенке башмака, а отчасти и на стенке подводящего лотка образуется мертвый слой материала, во втором — такой слой отсутствует и зачерпывание происходит непосредственно с дна башмака.

Влажный, слеживающийся материал (формовочная земля, бурый уголь, груз из открытых вагонов, подверженный действию снега и дождя),

с очень большим углом естественного откоса может закупорить подводящий лоток и совершенно прекратить подачу в башмак. Во избежание этого, для таких материалов применяется башмак с увеличенным углом наклона передней стенки, например в 55° (фиг. 376 внизу) и больше. Нижний край подводящего лотка находится в этом случае выше центра барабана.

Однако эта форма башмака связана с другим эксплуатационным недостатком. Когда барабан находится в самом низком положении (внизу справа) и по каким либо причинам количество



Фиг. 376. Процесс загрузки ковшей при разном положении барабана относительно башмака.

поступающего в башмак материала превышает производительность элеватора, то нижний барабан может оказаться настолько глубоко засыпанным материалом (линия *AB* на фигуре), что заполнение ковшей зачерпыванием сильно затрудняется или даже делается и невозможным.

Таким образом условия зачерпывания из башмака с нижним натяжным барабаном меняются в процессе эксплуатации элеватора. Вначале работа затрудняется вследствие зачерпывания по материалу, а затем вследствие погружения барабана относительно подводящего лотка и возможности „завала“.

Это обстоятельство побуждает иногда применять башмаки с фиксированным, неизменным положением барабана и переносить натяжное устройство на верхний вал элеватора.

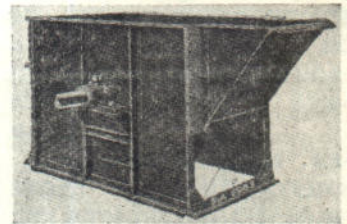
По этому признаку различают два основных типа башмаков — с неподвижными и подвижными подшипниками вала.

2. Конструкция башмаков

Примеры башмака с неподвижными подшипниками даны на фиг. 377 и 378. Первый выполнен целиком клепаным, второй — с литыми боковыми стенками и днищем из стального изогнутого листа.

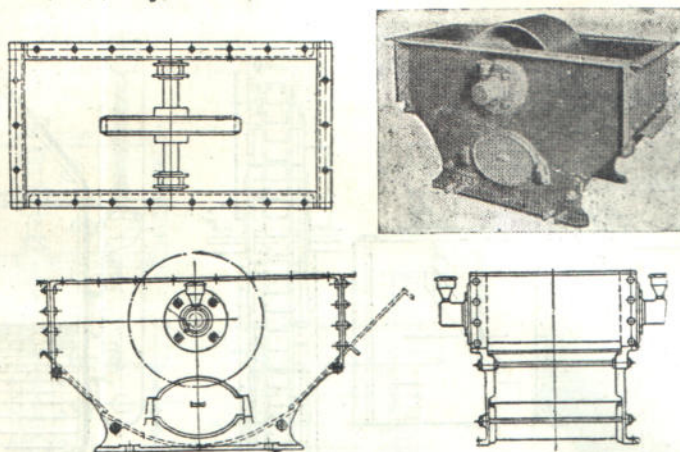
Боковые стенки изготавливаются нескольких размеров в соответствии с диаметром барабана и вылетом ковша. На элеваторах с ковшами разной ширины, но одинакового вылета при одинаковом диаметре барабана применяются одни и те же боковые стенки и меняется лишь ширина днища и длина стяжных болтов. При сильно истирающих материалах днище из стального листа иногда заменяется чугуном, собранным из отдельных секций.

Боковые стенки, особенно на литых башмаках, часто снабжаются люками для чистки, закрываемыми съёмными или откидными крышками.



Фиг. 277 Стальной клепаный башмак с неподвижными подшипниками (Stephens-Adamson).

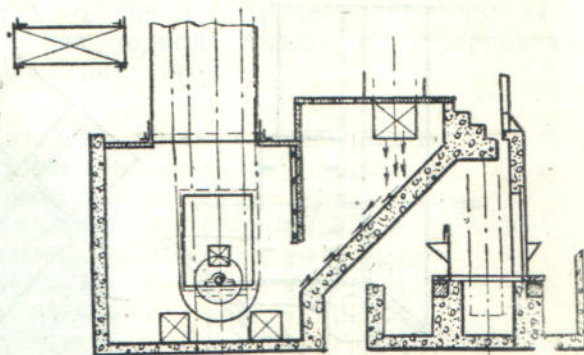
Во избежание защемления на неровностях кусков материала крышка с внутренней стороны должна приходиться заподлицо со стенкой. Быстрая и полная очистка достигается также через отверстие в дне башмака, закрытое задвижкой, в тех случаях, когда по местным условиям к дну башмака имеется доступ.



Фиг. 378. Башмак с литыми чугунными стенками и неподвижными подшипниками (Link-Belt).

Система башмака с неподвижными подшипниками, образованного бетонными стенками, представлена на фиг. 379. Элеватор предназначен для подъема дробленого камня класса 0—6 мм. Вся конструкция ниже пола бетонная. Стенки в 200 мм толщиной служат опорой для подшипников нижнего вала и одновременно образуют бока башмака. С боков устроены стальные дверцы для очистки внутренности башмака. Выше находятся с каждой стороны карманы, закрываемые скользящей дверкой, через которые просыпавшийся на дно ямы материал загружается обратно в башмак.

Один из случаев, когда предпочитают устанавливать нижний барабан на неподвижных подшипниках и переносят натяжное устройство на верхний вал, характеризуется плохой доступностью нижнего вала. Своеобразный пример такого рода дает фиг. 380, представляющая элеватор для



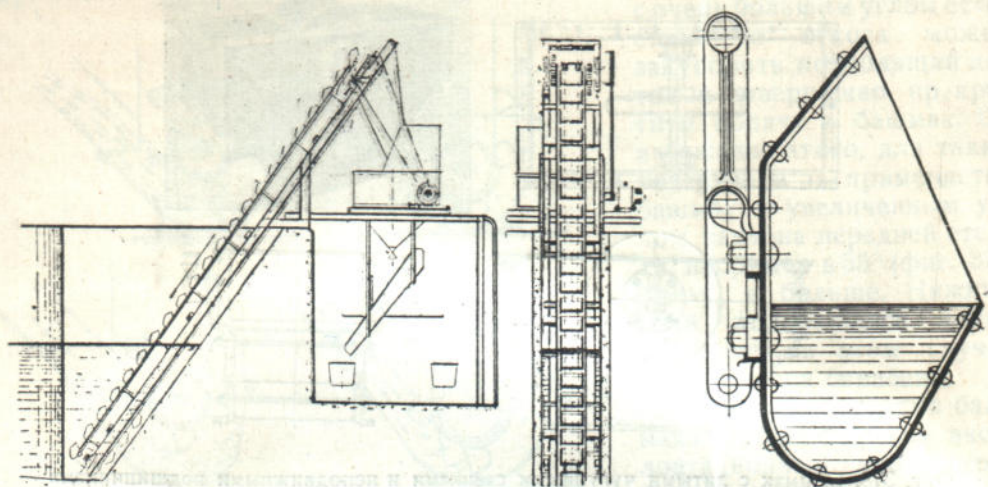
Фиг. 379. Бетонная яма-башмак.

подъема вязкой жидкости на химическом заводе. Ямой элеватора служит бассейн, заполненный жидкостью, так что надзор за подшипниками нижнего барабана очень затруднен. Поэтому подшипники сделаны неподвижными, простейшей конструкции, со вкладышами из твердого дерева. Смазка к ним не подводится, вкладыши работают до полного истирания и заменяются новыми. Справа на фиг. 380 показан ковш для жидкости своеобразной формы—с отогнутой задней стенкой для удерживания жидкости от выливания до перехода ковша на нисходящую ветвь.

Почти в столь же неблагоприятных условиях находятся нижние подшипники и натяжное устройство элеваторов на углемойках. Сильно загрязнение и ржавление винтов натяжного устройства затрудняют уход за

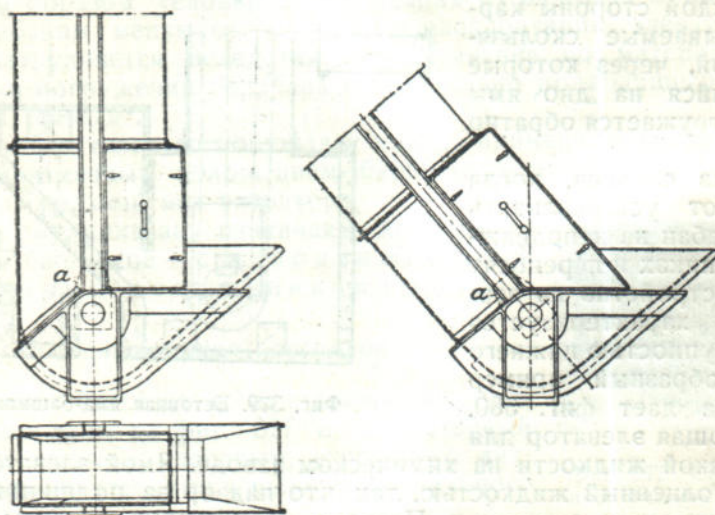
ними и наблюдение за правильной затяжкой. Поэтому и на таких элеваторах натяжное устройство переносится на верхний вал (фиг. 373).

Применение неподвижных нижних подшипников дает возможность изготовлять универсальные башмаки, одинаково пригодные как для вертикальных, так и для наклонных элеваторов (фиг. 381). Продольный



Фиг. 380. Элеватор для вязкой жидкости с нижним валом в неподвижных подшипниках.

основной швеллер кожуха соединен с боковыми стенками чугунного башмака посредством шарнирной накладки *a*, на которой кожух может поворачиваться относительно оси башмака и устанавливается с нужным наклоном.



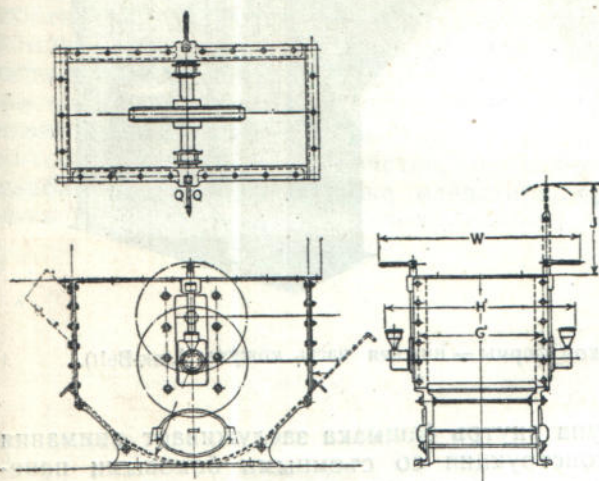
Фиг. 381. Универсальный башмак с неподвижными подшипниками (Eitle).

Рассмотренный тип башмака с неподвижными подшипниками, вследствие некоторого усложнения, вызываемого переносом натяжного устройства на привод, применяется сравнительно мало; значительно больше распространен тип башмака в сочетании с натяжным устройством. В таком типе башмака в свою очередь различают две разновидности—с переменным

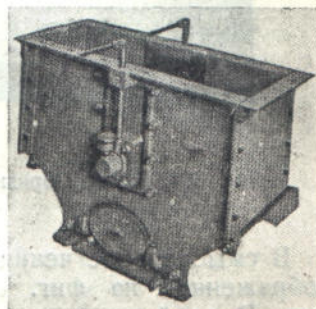
и с постоянным зазором. Последний тип характеризуется тем, что вместе с подшипниками вала барабана передвигается днище башмака или весь башмак.

Тип натяжного устройства, как и на других видах транспортных устройств с тяговым гибким элементом, применяется винтовой и грузовой; первый значительно чаще, чем второй.

Как и в случае применения башмаков с неподвижными подшипниками, башмаки с натяжным устройством делаются полностью чугунные, с чугунными боковыми стенками и стальным днищем и полностью клепаные или сварные из стальных листов.

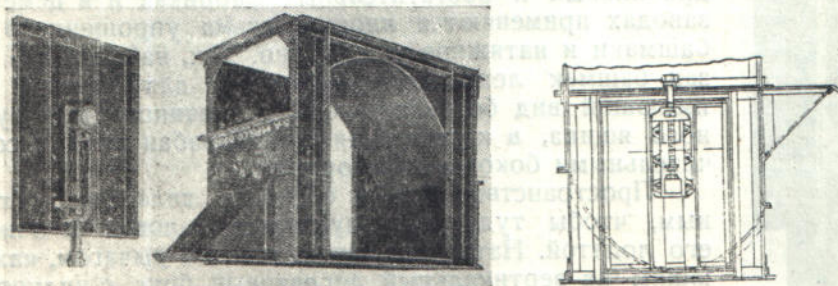


чугунными боковыми стенками и стальным днищем и полностью клепаные или сварные из стальных листов.



Фиг. 382. Чугунный башмак с переменной высотой подводящего жолоба (Link-Belt).

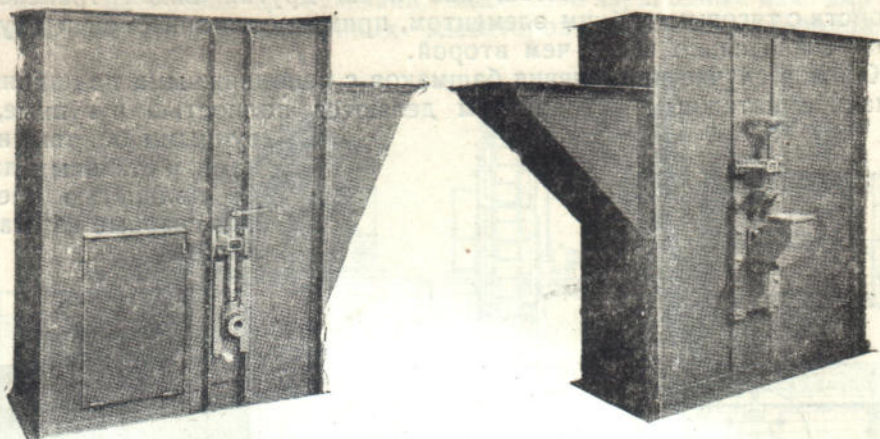
Тип чугунного башмака виден на фиг. 381. Натяжное приспособление закрыто от пыли специальной коробкой. Натягивающие винты соединены между собой цепной передачей, что дает возможность одновременного равномерного подтягивания обоих винтов и устраняет перекосы вала. Винты делаются иногда полые для подвода смазки к подшипникам. Другие виды подвода смазки рассмотрим ниже.



Фиг. 383. Стальной клепаный башмак со съёмными панелями (Stephens-Adamson).

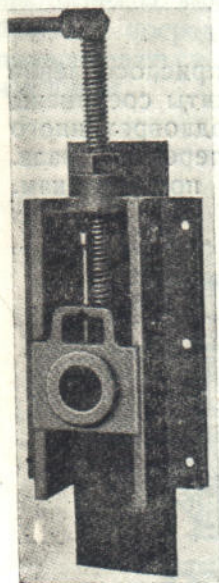
Еще одна конструкция башмака с нажимными винтами изображена на фиг. 382. Расположение загрузочного жолоба для подвода материала можно в этой конструкции менять по мере надобности (ср. с фиг. 378). Для этого нужно только изменить высоту торцевого листа, который привинчивается на болтах к боковым литым стенкам. Если торцевой лист снять вовсе, загрузочный жолоб можно подвести тангенциально ко дну. Такая гибкость конструкции весьма рациональна, так как дает возможность приспособлять башмак к характеру транспортируемого материала.

Очистка башмака производится, как и в конструкции по фиг. 378, через люк в боковой стенке. Штауферная смазка расположена непосредственно на валу.



Фиг. 384. Башмак призматической формы — нижняя часть кожуха (Link-Belt).

В смысле облегчения доступа внутрь башмака заслуживает внимания изображенная на фиг. 383 конструкция со съемными боковыми панелями. В этой конструкции, как и в конструкции по фиг. 374, ширина подводящего лотка меньше ширины башмака.



Фиг. 385. Винтовое натяжное устройство со скользящей заслонкой (Jeffrey).

Когда особый профилированный башмак не устраивается и нижняя часть кожуха служит одновременно башмаком (фиг. 384), то натяжное устройство конструируется в виде отдельной детали, укрепляемой на боковой стенке башмака. На фиг. 385 изображено такое натяжное устройство со скользящей заслонкой, которая закрывает прорез в боковой стенке башмака при любом положении подшипника. Для транспортирования камня и руды на дробильных и обогатительных фабриках и в цементных заводах применяются иногда весьма упрощенного вида башмаки и натяжное устройство. Так, на фиг. 386 показан башмак ленточного элеватора для мелкой руды, имеющий вид бетонного или деревянного прямоугольного ящика, в который нижний барабан входит со значительными боковыми зазорами.

Пространство позади барабана делается достаточным, чтобы туда мог опуститься человек и очистить его лопатой. Натяжение производится рычагом, нажимающим на вертикальный деревянный брус с вилообразным прорезом внизу, в котором вращаются цапфы вала. Шарнирные рычаги удерживаются в рабочем положении клиньями или зажимными болтами. Чтобы не приходилось часто менять вал, на концы его навинчиваются муфты, сменяемые новыми после износа. Смазка подшипников не производится.

Грузовое натяжное устройство, применяемое преимущественно на ленточных элеваторах, сохраняет в данном случае общие присущие ему достоинства — автоматическое поддержание постоянного рабочего натяжения.

При наличии длиннозвенных цепей грузовое натяжное устройство менее применимо вследствие возможного колебания груза, но для корот-

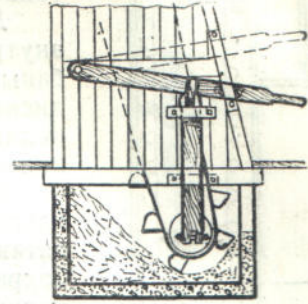
козвенных, например сварных цепей, оно себя вполне оправдывает. Пример установки натяжного грузового устройства на двухцепном элеваторе показан на фиг. 387.

На фиг. 388 показаны два типа грузового натяжного устройства: с грузом, передающим давление на подшипники через рычаг и тягу, и с утяжеленным барабаном, цапфы которого скользят в направляющих, передающих свой вес на ленту непосредственно.

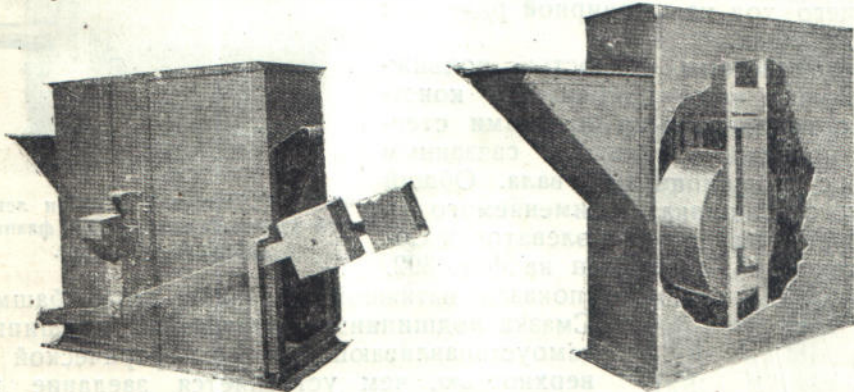
Достоинства грузовых натяжных устройств особенно проявляются на высоких ленточных элеваторах, на которых, при большой высоте их, разность расположения (ход) нижнего барабана при порожних и загруженных ковшах на грузовой ветви может достигать 50—75 мм. В таких случаях при винтовом натяжном устройстве, во избежание ослабления его при загрузке элеватора, приходится сообщать ленте излишне большое первоначальное натяжение, бесполезно растягивающее ленту.

Величина хода натяжного устройства принимается на цепных элеваторах не меньше длины одного звена, на ленточных в среднем 150—200 мм, а на высоких зерновых элеваторах даже до 300—375 мм. Увеличение хода в этом случае весьма желательно для избежания частых иерешивок ленты.

Внешние размеры башмака, которые по конструктивным соображениям стремятся иметь возможно малыми, зависят от диаметра нижнего барабана. Диаметр барабана выбирается сообразуясь не только с приведенными выше условиями зачерпывания (величина центробежной силы), но и с родом тягового элемента.



Фиг. 36. Башмак и натяжное устройство простейшего типа.



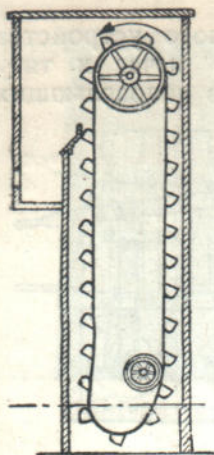
Фиг. 388. Грузовые натяжные устройства (Link-Belt).

Число зубцов на зубчатых барабанах при длиннозвенных цепях принимается равным 4—6. Диаметр барабана на ленточных элеваторах, как и для транспортных лент, выбирается по числу прокладок i . Для долговечности ленты он должен быть

$$D \geq (100 - 125) \cdot i \text{ мм,}$$

причем 100 i принимается для высоких элеваторов и 125 i —для коротких, так как в последних лента еще изгибается на барабанах. На практике, однако, лента обычно больше портится не от расслаивания прокладок при огибании барабанов малого диаметра, но от порезов, причиняемых кусками материала, попавшими между барабаном и лентой. Для предупреждения этого иногда ставят с внутренней стороны ленты нож, состоящий из отрезка ленты, укрепленного на косо установленной доске.

Netzel приводит пример того, как для избежания порчи ленты на нижнем барабане были установлены элеваторы, поднимающие жидкую смесь дробленой руды и воды, в виде свободно свисающей ковшевой ленты, вовсе без нижнего барабана (фиг. 389). Понятно, что при обычных сыпучих и кусковых материалах, оказывающих сопротивление зачерпыванию, такая система элеватора не применима.



Фиг. 389. Элеватор для жидких и вязких материалов без нижнего барабана.

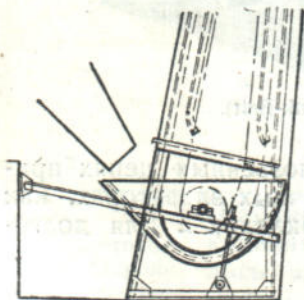
Для того чтобы избежать попадания материала внутрь барабана и уменьшить трение на торцах, барабаны, особенно ленточные, закрываются с торцов дисками (фиг. 390). Открытые с торца барабаны, в целях борьбы с заклиниванием частиц, делаются иногда с решетчатой или ребристой поверхностью.¹

Еще один, упоминавшийся выше, тип башмака характеризуется тем, что в нем, несмотря на наличие натяжного устройства и подвижных подшипников, сохраняется постоянство зазора между краем ковша и днищем башмака. Одна из схем такого башмака дана на фиг. 391. Весь башмак с двух сторон смонтирован на шарнирных угольниках, поворачиваемых затяжкой винтов. Недостаток такой системы, помимо некоторой ее громоздкости, в том, что при вытяжке цепи или ленты, если натяжные винты

не были подкручены своевременно, вследствие малого рабочего зазора ковши начинают скрести по дну башмака и быстро его истирать. Поэтому более совершенным надо считать тип башмака, создающего натяжение собственным весом и имеющего ход на шарнирной раме или в направляющих.

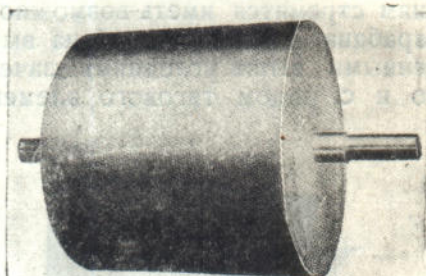
Вместо системы полностью подвижного башмака чаще применяется конструкция с неподвижными боковыми стенками и подвижным днищем, связанным наглухо с подшипниками вала. Общий вид такого башмака, применяемого в вертикальных стандартных элеваторах Союзтранстехпрома, изображен на фиг. 392.

На фиг. 393 отдельно показан натяжной механизм этого башмака. Смазка подшипников штаufferная, подшипники самоустанавливающиеся со сферической поверхностью, чем устраняется заедание вала при случайных перекосах.



Фиг. 391. Башмак с натяжным устройством, характеризующийся постоянным зазором.

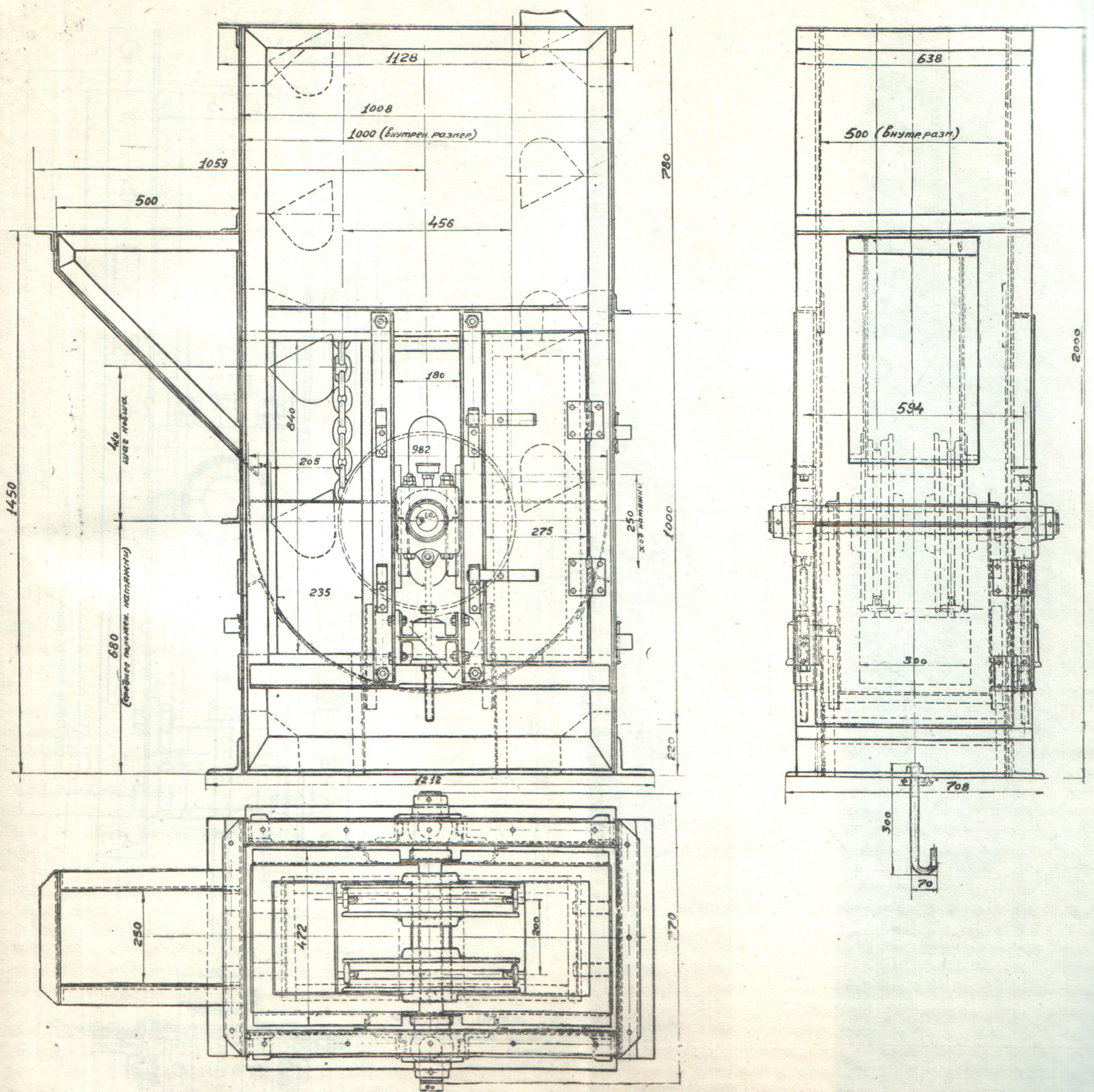
Винты расположены снизу и работают на растяжение. Затяжка винтов передается на подшипники через пружины, установленные в закрытых стаканах. Назначение пружин в рассматриваемой системе башмака не только смягчать действие натяжного устройства, но и поддерживать более или менее постоянное натяжение при не большой вытяжке цепей, благодаря чему величина рабочего зазора сохраняется.

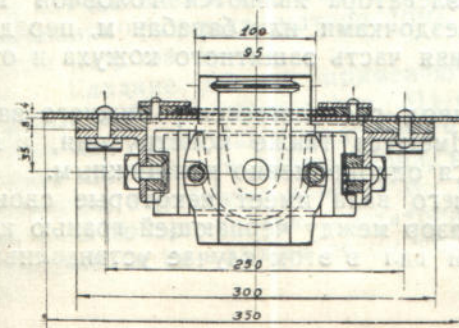
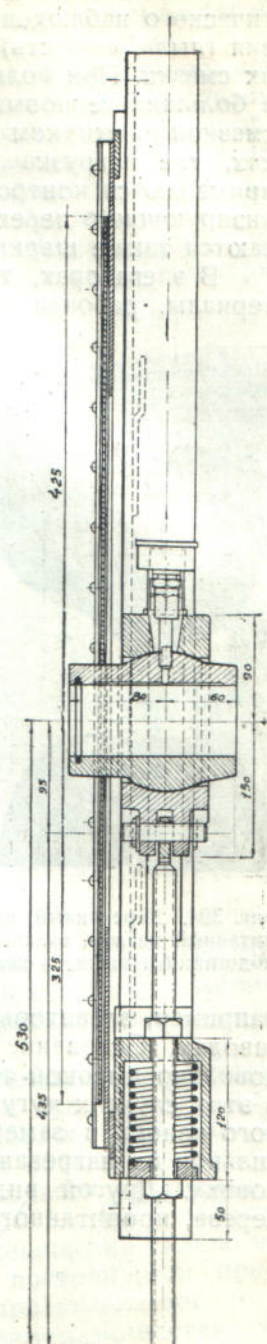
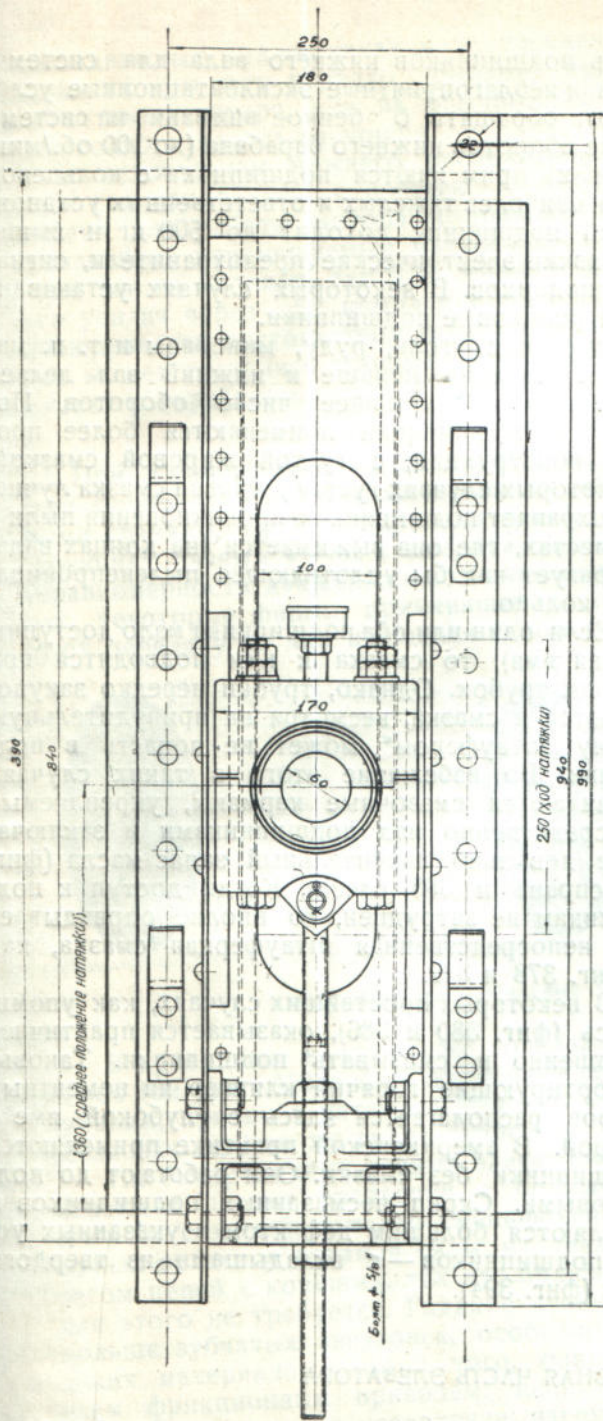


Фиг. 390. Нижний барабан ленточного элеватора с закрытыми фланцами (Stephens-Adamson).

Конструкция подшипников нижнего вала и способ смазывания их зависят от характера работы элеватора и даже рода перемещаемого материала.

¹ Ср. часть I, 1932 фиг. 139.





Фиг. 393. Деталь натяжного устройства башмака по фиг. 392 (Союзтранс-техпром).

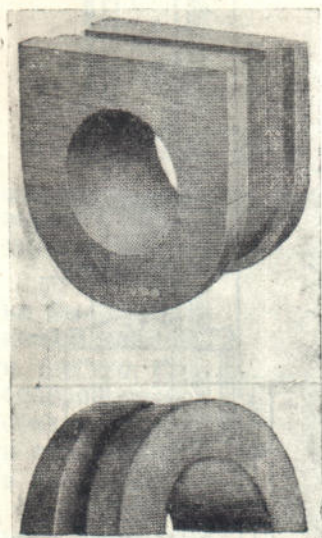
Часто плохая доступность подшипников нижнего вала для систематического наблюдения за ними и неблагоприятные эксплуатационные условия (пыль, сырость) заставляют обращать особое внимание на систему их смазки. При большом числе оборотов нижнего барабана (до 100 об./мин. в больших зерновых элеваторах) применяются подшипники с кольцевой смазкой на жидком масле. На наиболее тяжелых и ответственных установках, где нагрузка на каждый подшипник доходит до 500 кг и выше, применяются контрольные плавкие электрические предохранители, сигнализирующие о перегреве подшипников. В некоторых случаях устанавливаются также шариковые или роликовые подшипники.

В элеваторах, транспортирующих уголь, руду, минералы и т. п. материалы, рабочая скорость значительно меньше и нижний вал делает соответственно меньшее число оборотов. Поэтому и подшипники применяются более простой конструкции, с густой жировой смазкой. В некоторых случаях густая жировая смазка лучше предохраняет подшипник от проникновения пыли в тех местах, где она выжимается (на концах вала) и образует как бы уплотняющее пыленепроницаемое кольцо.

Если один или оба подшипника мало доступны (тесная яма), то смазка к ним подводится при помощи трубок. Однако, трубки нередко закупориваются и смазка, несмотря на принудительную подачу „штауфером“, может не попасть в подшипник. Во избежание этого в таких случаях устраиваются смазочные карманы, укрепляемые непосредственно над подшипниками и заключающие довольно значительный запас масла (фиг. 384 справа и 388 слева). Когда доступ к подшипникам не затруднен, то вполне оправдывает себя непосредственная штауферная смазка, как на фиг. 378 и 382.

В некоторых простейших случаях, как упоминалось (фиг. 380 и 386), оказывается практичнее совершенно не смазывать подшипники. Таковы,

например, элеваторы, транспортирующие горячий клинкер на цементных заводах. Основание элеваторов располагается здесь в глубокой яме с довольно высокой температурой. В американской практике применяются в этих случаях чугунные подшипники без смазки. Они работают до полного износа и заменяются новыми. Скрип несмазанных подшипников и сильное их нагревание не являются большим дефектом в указанных условиях. Другой вид таких подшипников — с вкладышами из твердого дерева, пропитанного маслом (фиг. 394).



Фиг. 394. Деревянный, пропитанный маслом, вкладыш подшипника нижнего вала.

4. ГОЛОВНАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕВАТОРА

Составными частями головки элеватора являются головной вал с насаженными на нем приводными звездочками или барабаном, передаточный механизм от двигателя, верхняя часть защитного кожуха и отводной жолоб.

В исключительных случаях привод располагается у нижнего вала, а натяжное устройство у верхнего. Имеются также конструкции, в которых верхний приводной вал делается одновременно и натяжным.

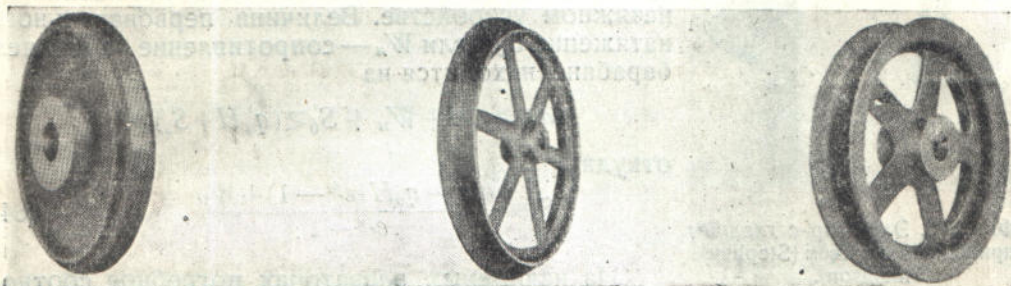
Расположение привода у нижнего вала имеет некоторые свои достоинства: 1) неизменный рабочий зазор между черпающей гранью ковша и днищем башмака, так как нижний вал в этом случае устанавливается

в неподвижных подшипниках и 2) передача усилия зачерпывания и возникающих при этом нередко „рывков“, происходит не через всю грузевую ветвь элеватора, как на обычных конструкциях, а непосредственно с приводного колеса на ковши.

К недостаткам нижнего расположения привода, обуславливающим малое его применение, относятся: 1) значительно менее благоприятные условия для работы мотора и приводного механизма в часто сырой и загрязненной перемещаемым материалом яме, 2) сильно повышенное давление как на верхнем, так и на нижнем валу вследствие передачи тягового усилия через оба комплекта звездочек, 3) необходимость строгого наблюдения за постоянством затяжки натяжного устройства вверху, иначе цепь может соскочить с зубцов приводных звездочек, а лента — потерять контакт с барабаном.

а) Звездочки и барабаны.

При длиннозвенных цепях передача тягового усилия на головном валу происходит с помощью зубчатых звездочек или барабанов с прямыми гранями. Число зубцов или граней, принимаемое в германских конструкциях равным 4—6, в американских не меньше 5. Для уменьшения неравномерности движения и возникающих при этом динамических нагрузок, некоторые фирмы, применяющие четырехгранные барабаны, рекомендуют передачу на них вращения с помощью уравнивающего привода.



Фиг. 395. Гладкие цепные шкивы (Chain Belt).

В приводных и натяжных головках тихоходных элеваторов Шахтостроя (см. фиг. 410 и 411) применяются звездочки с шестью гранями или зубьями, причем в натяжной головке на валу заклинивается только одна звездочка, другая же сидит свободно.

На быстроходных цепных элеваторах с короткозвенными цепями применяются цепные звездочки с большим числом зубьев или гладкие шкивы с закаленным для уменьшения износа ободом (фиг. 395). Достаточная величина сцепной силы на таких шкивах обеспечивается обычно весом цепей с ковшами, так что большого добавочного натяжения цепей для этого не требуется. Гладкие шкивы работают плавно и сохраняются дольше зубчатых звездочек, особенно при перемещении сильно истирающих материалов. Кроме того, они обладают достоинством, присущим всем фрикционным приводам: цепь на них проскальзывает по шкиву в случае внезапного увеличения нагрузки (например, вследствие закупоривания башмака материалом), отчего уменьшается опасность поломок или разрыва цепи.

Гладкие шкивы применяются только на одноцепных элеваторах (фиг. 396, см. также фиг. 311 и 332). На двухцепных они неприменимы, так как малейшая, практически всегда существующая, разница диаметров шкивов или длины цепей, многократно повзгоренная при работе элеватора, неизбежно привела бы к перекоосу ковшей.

В то время, как достаточная сила трения между шкивом и цепью создается на головке весом ковшевой ленты, на нижнем натяжном шкиве

она может оказаться недостаточной для вращения натяжного вала. Поэтому в тех случаях, когда верхний шкив делают гладким, нижний оставляют зубчатым (фиг. 311).

Возможность применять без добавочного натяжения гладкие приводные шкивы, передающие тяговое усилие трением, определяется из соотношения полезного и „мертвого“ груза, приходящегося на единицу длины элеватора. В самом деле, на вертикальных элеваторах, если считать силу натяжения $2S_0$ на нижнем барабане равной нулю и пренебречь сопротивлением на нижнем барабане, то условие достаточной силы трения

$$S_{нб} \leq S_{сб} e^{f\alpha}$$

переписывается так:

$$(q + q_0) H \leq q_0 H \cdot e^{f\alpha},$$

откуда

$$q \leq q_0 (e^{f\alpha} - 1). \quad (63)$$

Так, например, при $\alpha = \pi$, если $f = 0,14$ для цепи и $0,3$ для ленты, должно быть соответственно $q \leq 0,55 q_0$ и $q \leq 1,56 q_0$.

При большем относительном значении q требуется уже создание добавочного натяжения на натяжном устройстве. Величина первоначального натяжения S_0 , если W_n — сопротивление на нижнем барабане, находится из

$$(q + q_0) H + W_n + S_0 \leq (q_0 H + S_0) e^{f\alpha},$$

откуда

$$S_0 \geq \frac{qH - q_0H(e^{f\alpha} - 1) + W_n}{e^{f\alpha} - 1}. \quad (64)$$



Фиг. 396. Элеватор с гладким приводным шкивом (Stephens-Adamson).

На наклонных элеваторах требуемое соотношение q и q_0 менее благоприятно. В этом случае, если L_z — горизонтальная проекция элеватора, условие отсутствия скольжения имеет вид

$$(q + q_0) (H + L_z w') + W_n + S_0 \leq [q (H - L_z w') + S_0] e^{f\alpha}. \quad (65)$$

Гладкие барабаны для ленточных элеваторов имеют обычно диаметр значительно больший, чем цепные звездочки и шкивы. Ширина барабана B' принимается в американской практике при ширине ленты B

$$B' = B + (25 - 50) \text{ мм} \quad \text{для } B \leq 750 - 900 \text{ мм}$$

и

$$B' = B + (75 - 100) \text{ мм} \quad \text{для } B > 750 - 900 \text{ мм}.$$

Выпуклость обода принимается 1, 1,5 и даже 2 мм в диаметре на каждые 100 мм ширины обода. Толщина обода у краев на стандартных шкивах с диаметром от 750 до 2400 мм и для ширины ленты от 300 до 1000 мм принимается от 7 до 23 мм в зависимости от величины того и другого.

При наличии высоких и тяжелых элеваторов, и в особенности при нефутерованных барабанах и истирающих материалах, толщину обода рекомендуется назначать с запасом, принимая во внимание истирание обода от скольжения по нему ленты.

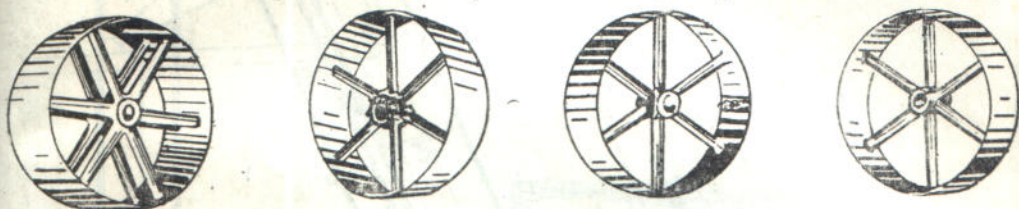
Типы применяющихся барабанов с одним и двумя рядами спиц представлены на фиг. 397. Барабаны делаются цельными, свертными из двух половин и с цельным ободом, но разрезной ступицей. В последней конструкции болты перед установкой на место и затяжкой нагреваются иногда

почти докрасна. При охлаждении они сильно стягивают обе половины ступицы и создают надежное соединение.

Разные способы крепления ступицы на валу показаны на фиг. 398. Крепление производится, в зависимости от величины вращающего момента, нажимным шурупом, шпонкой, шпонкой с нажимным болтом или шпонкой и независимо от нее рядом нажимных болтов.

б) Приводной механизм.

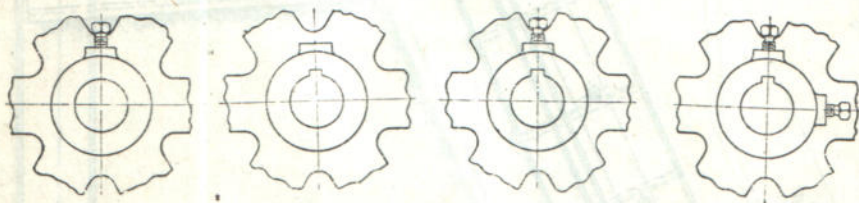
Основное различие применяемых приводных механизмов на элеваторе заключается в способе расположения подшипников валов зубчатых колес — на станине элеватора или на верхней площадке у головки элеватора.



Фиг. 397. Типы барабанов для ленточных элеваторов.

Оба эти способа показаны на фиг. 399, представляющей типовой вертикальный тихоходный элеватор Шахтостроя, данные о котором помещены ниже. Выбор того или другого способа расположения зависит, главным образом, от местных условий; большее распространение имеет расположение по первому варианту, так как при нем не требуется установки специальных опорных бочок междуэтажного перекрытия.

Такие же два варианта расположения механизма на наклонном элеваторе представлены на фиг. 400. Отличие в расположении привода на станине здесь в основном в том, что на вертикальном элеваторе подшипники монтированы на полочках, приклепанных к боковым стенкам кожуха, а на наклонном, кожух которого усилен продольными швеллерами, эти же швеллеры служат опорой подшипников.

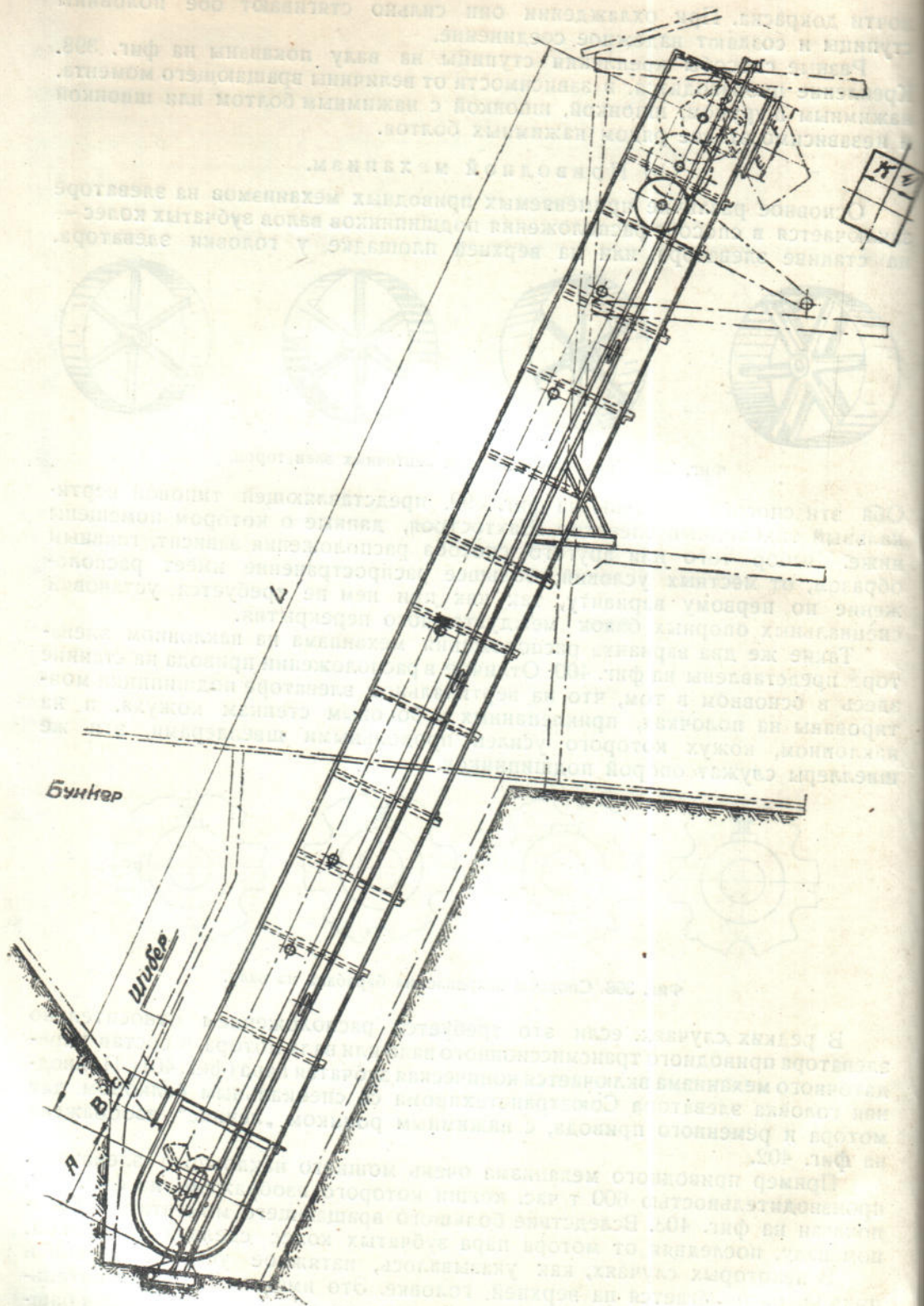


Фиг. 398. Способы закрепления барабана на валу.

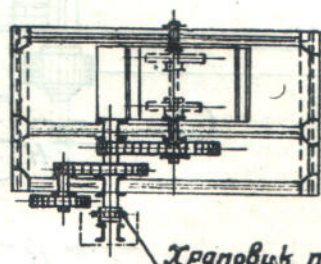
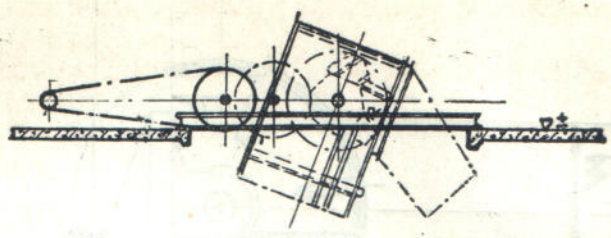
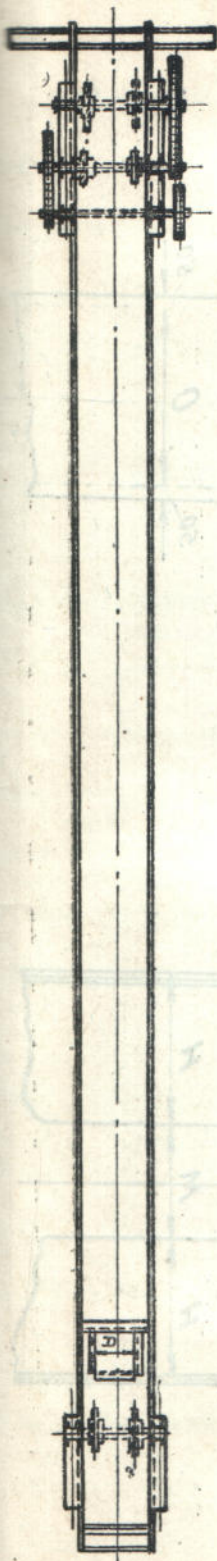
В редких случаях, если это требуется расположением относительно элеватора приводного трансмиссионного вала или вала мотора, в состав передаточного механизма включается коническая зубчатая пара (фиг. 401). Приводная головка элеватора Союзтранстехпрома со специальным балконом для мотора и ременного привода, с нажимным роликом „леникс“ изображена на фиг. 402.

Пример приводного механизма очень мощного наклонного элеватора, производительностью 600 т/час, ковши которого изображены на фиг. 338, показан на фиг. 403. Вследствие большого вращающего момента на головном валу, последняя от мотора пара зубчатых колес сделана сдвоенной.

В некоторых случаях, как указывалось, натяжное устройство, как и привод, располагается на верхней головке. Это имеет свои положительные стороны не только вследствие обеспечения постоянного зазора в башмаке. Условия работы и наблюдения за натяжным устройством, сосредоточенном в одном пункте с приводом, также более благоприятны. Однако

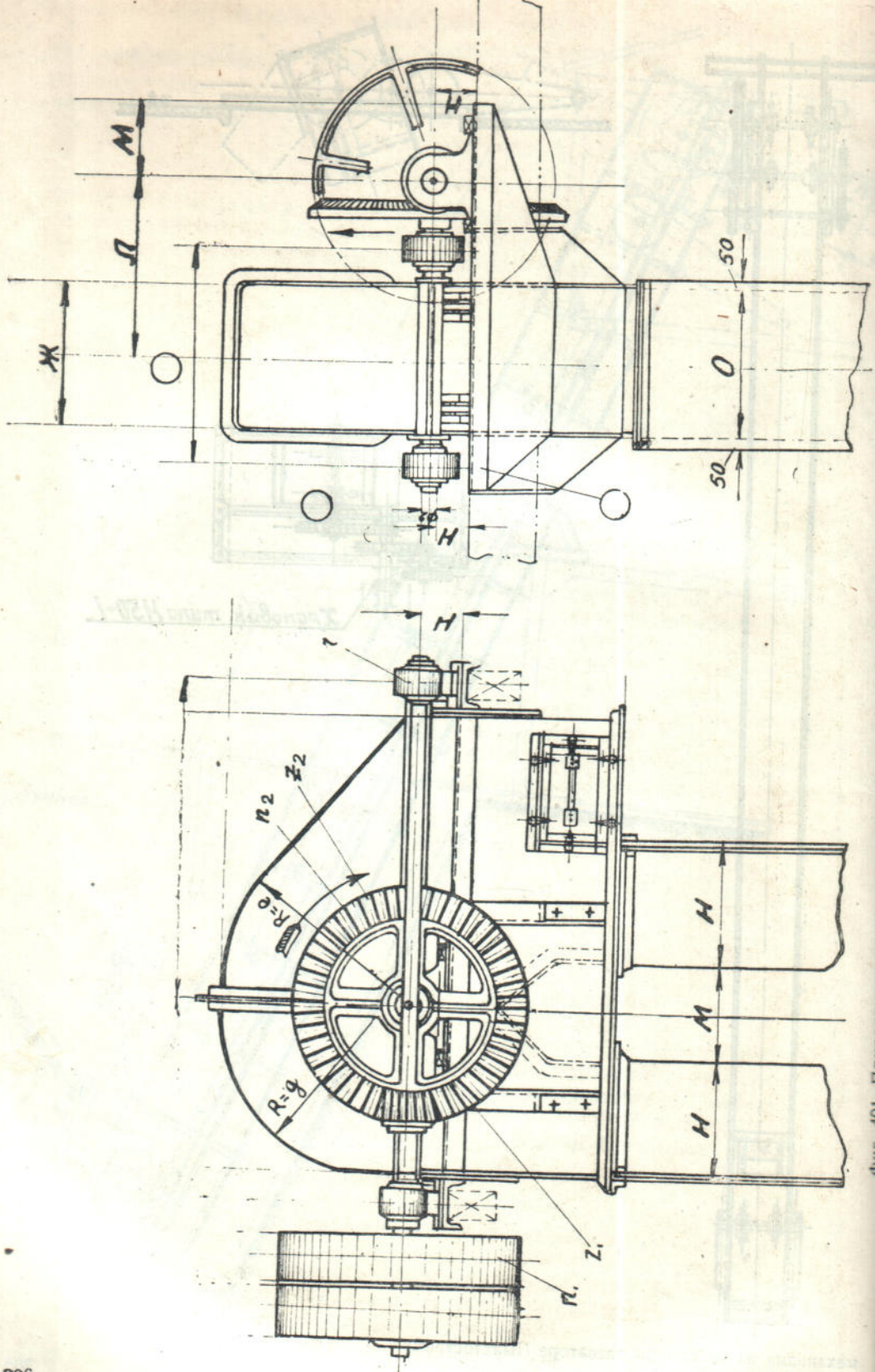


Фиг. 400. Способы расположения приводного

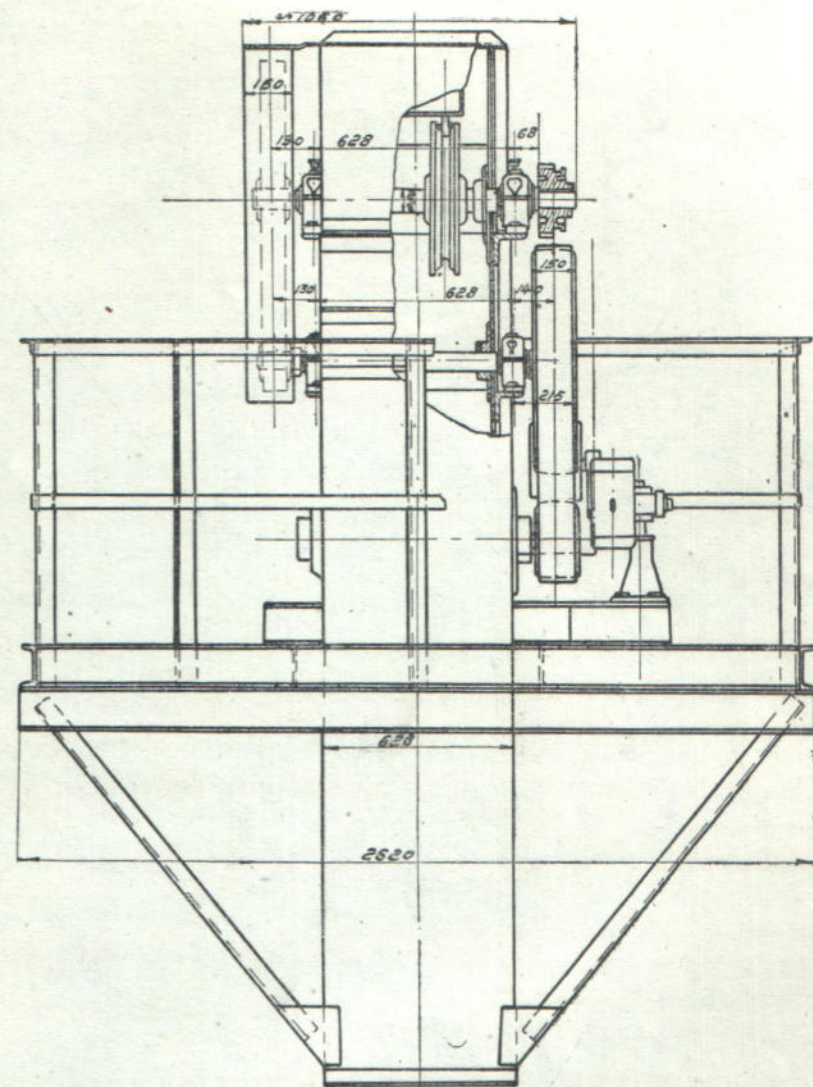
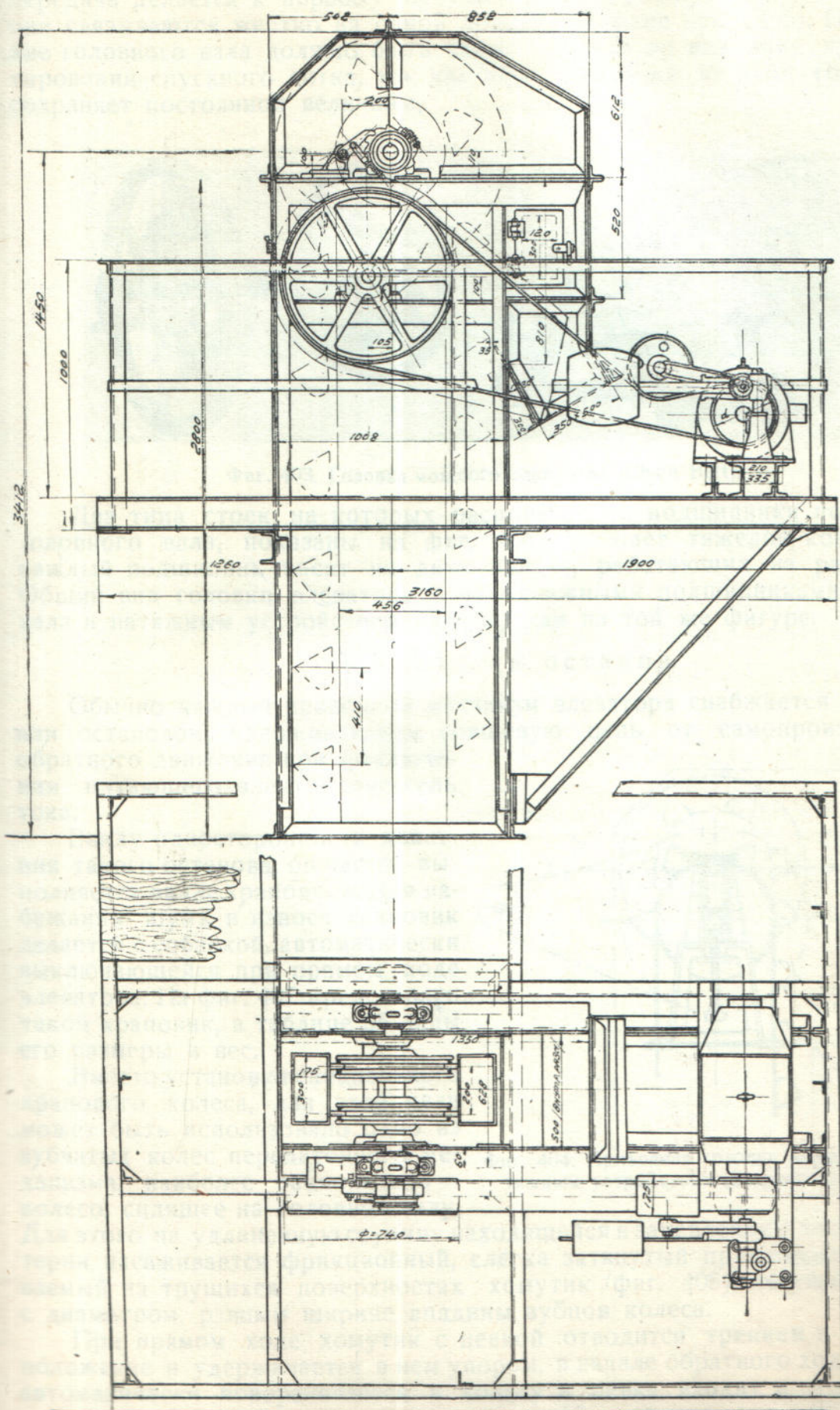


Храповик типа Н50-1

механизма на наклонном элеваторе (Шахтострой)

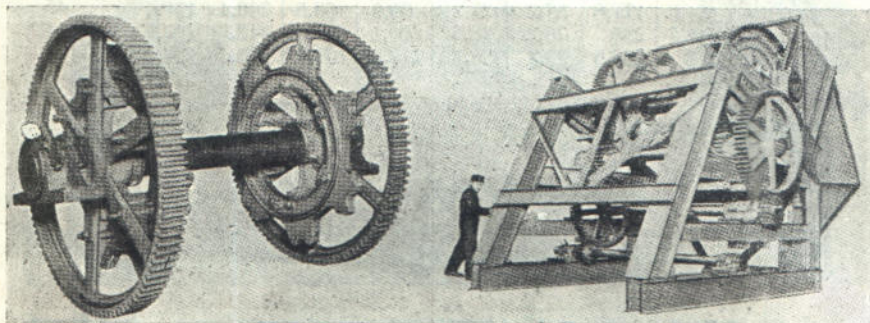


Фиг. 401. Приводная головка элеватора с конической зубчатой передачей (завод им. Шереметьева)



Фиг 402. Приводная головка элеватора с конической зубчатой передачей (Союзтранстехпром).

необходимая подвижность подшипников головного вала вызывает некоторое конструктивное усложнение. Кроме того, последняя передача приводного механизма должна быть цепная (фиг. 404), либо цепная или ременная передача делается к первому от головного промежуточному валу и оба они связываются жестко на одной подвижной раме (фиг. 405). Перемещение головного вала должно быть также принято во внимание при проектировании спускного лотка, так как угол разгрузки на этой головке не сохраняет постоянной величины.



Фиг. 403. Головка мощного элеватора (Chain Belt).

Два типа стоек, на которых располагаются подшипники подвижного головного вала, показаны на фиг. 406. В более тяжелой конструкции каждый подшипник висит на двух винтах, работающих на растяжение. Общий вид головки элеватора с неподвижными подшипниками нижнего вала и натяжным устройством наверху дан на той же фигуре.

с) Тормоз и останов.

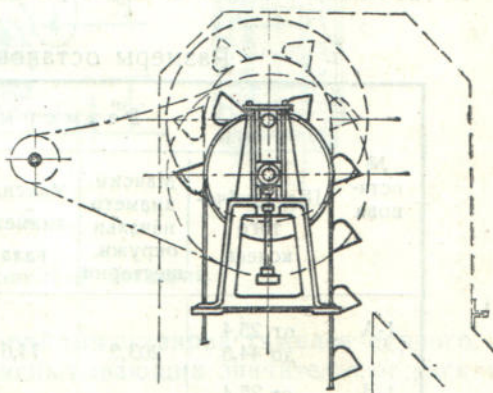
Обычно каждый приводной механизм элеватора снабжается тормозом или остановом, удерживающим ковшевую цепь от самопроизвольного обратного движения при выключении питающего электродвигателя тока.

Ввиду односторонности действия такого останова, он часто выполняется в виде храповика. Для избежания шума и износа храповик делается с собачкой, автоматически выключающейся при прямом ходе элеватора. На фиг. 407 представлен такой храповик, в таблице 55 даны его размеры и вес.

Вместо установки специального храпового колеса, для этой цели может быть использовано одно из зубчатых колес передаточного механизма, наиболее рационально — колесо, сидящее на головном валу.

Для этого на удлиненную ступицу находящейся в зацеплении с колесом шестерни насаживается фрикционный, слегка затянутый пружинами и смазываемый на трущихся поверхностях хомутик (фиг. 408), несущий цевку *a* с диаметром, равным ширине впадины зубцов колеса.

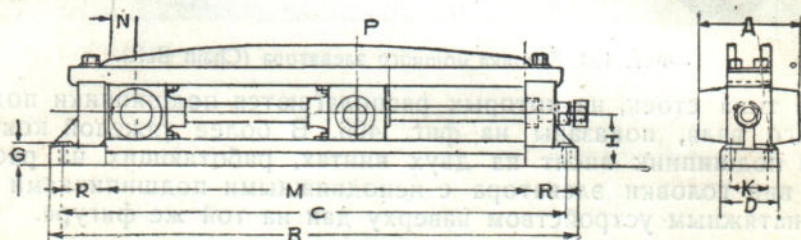
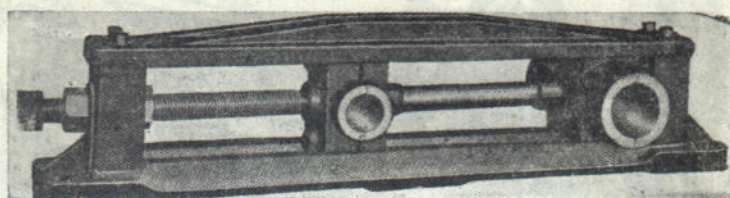
При прямом ходе хомутик с цевкой отводится трением в нерабочее положение и удерживается в нем упором, в начале обратного хода хомутик автоматически поворачивается к колесу и цевка входит в зацепление с зубом, удерживая колесо от вращения. На той же фиг. 408 показан способ крепления останова на головке вертикального элеватора.



Фиг. 404. Приводная головка элеватора с натяжным устройством (Stephens-Adamson).

Размеры и вес бесшумного храпового устройства по фиг. 407

Диаметр вала	Размеры в мм								Общий вес в кг
	A	B	C	D	E	F	G	H	
49,2	108,0	117,5	38,1	15,9	46,0	41,3	171,5	101,6	23
74,6	161,9	177,8	57,2	22,2	69,9	63,5	260,4	152,4	45
100,0	212,7	235	76,2	28,6	92,1	82,6	342,7	203,2	114
125,4	273	298,5	95,3	38,1	117,5	108,0	436,4	254	182



Фиг. 405. Натяжное устройство с подвижными головным и промежуточным валом (Stephens-Adamson).

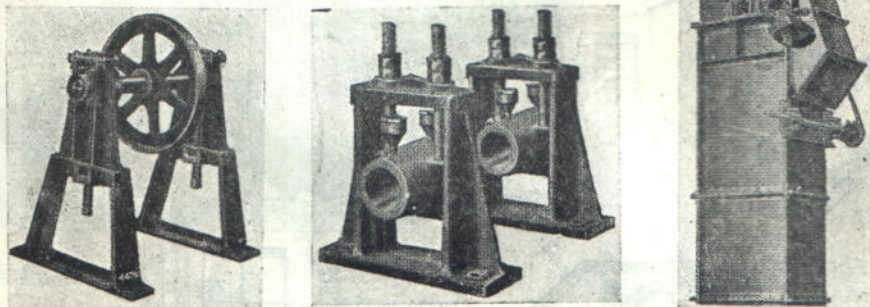
В таблице 56 даны главные размеры такого останова.

Таблица 56

Размеры останова по фиг. 408

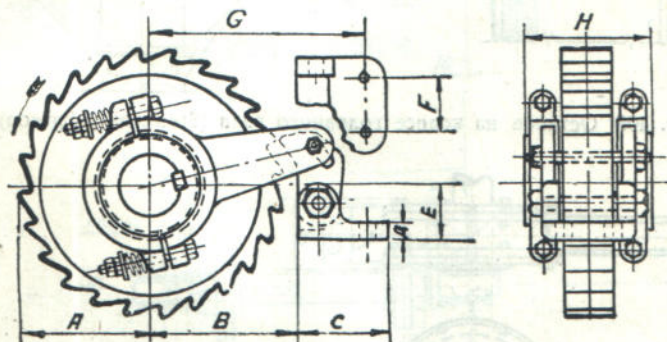
№ останова	Размеры в мм						Вес в кг
	Шаг зубчатого колеса	Максим. диаметр начальн. окружн. шестерни	Максим. диаметр вала	A	C	I	
1-A	от 25,4 до 44,5	203,2	74,6	133,4	133,4	F+ 76,2	18
1-B	от 25,4 до 44,5	304,8	74,6	203,2	133,4	F+ 76,2	20
2-A	от 38,1 до 76,2	303,2	125,4	222,2	215,9	F+120,7	55
2-B	от 38,1 до 76,2	400,0	125,4	266,7	215,9	F+120,7	59
2-C	от 38,1 до 76,2	506	125,4	342,9	215,9	F+120,7	68
3-A	от 50,8 до 76,2	457,2	177,8	317,5	273	F+171,5	152
3-B	от 50,8 до 76,2	533,4	190,5	368,3	279,4	F+171,5	157

Кроме храповичных, применяются еще роликовые остановы (фиг. 409), состоящие из внутренней заклиненной на валу обоймы со скошенными вырезами на периферии, в которые заложены стальные ролики, и внешней,



Фиг. 406. Элеватор с натяжным устройством на головном валу и его детали (Link-Belt).

удерживаемой от вращения упором. При рабочем движении элеватора вал с обоймой вращается в такую сторону (по часовой стрелке на фиг. 409), что ролики свободно перекатываются в расширенной части вырезов, при вращении в обратную сторону—ролики зажимаются в прорезах и тормозят вал. Из сравнения размеров и веса храповичного и роликового оста-



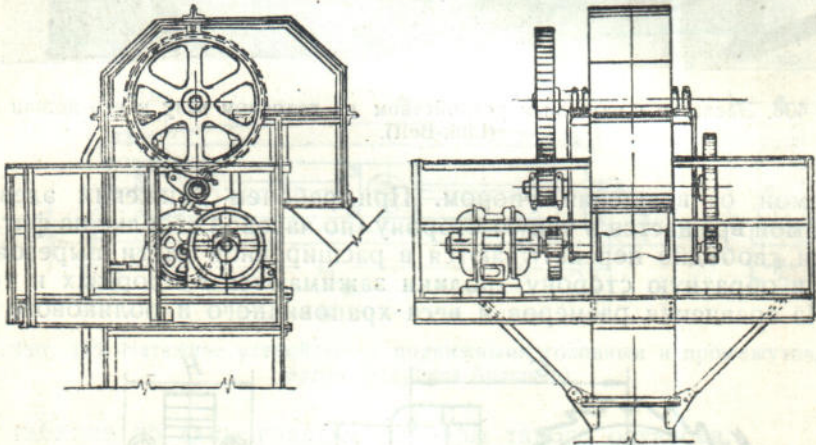
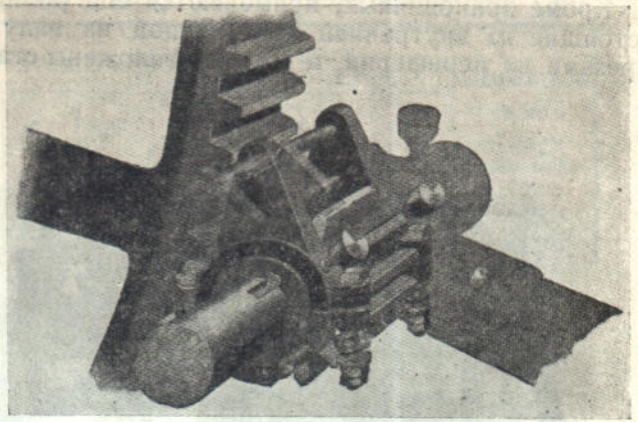
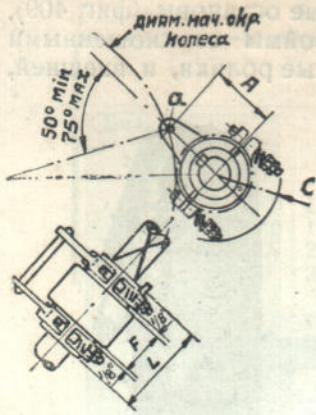
Фиг. 407. Бесшумный храповик.

нова (таблица 57) следует, что второй тип останова тяжелее первого. Это объясняется массивностью обойм, испытывающих значительные расклинивающие усилия.

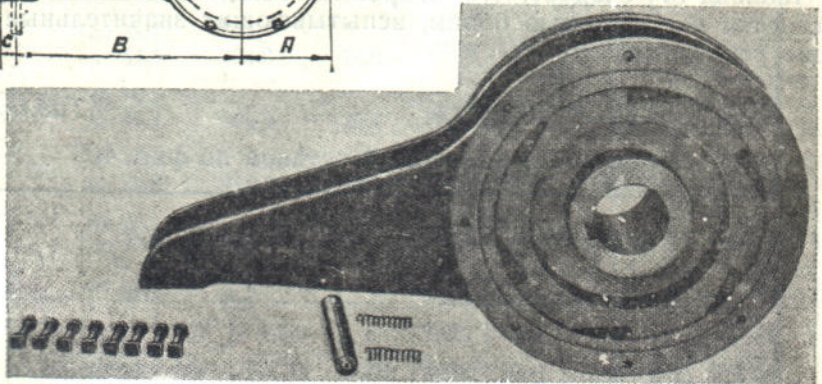
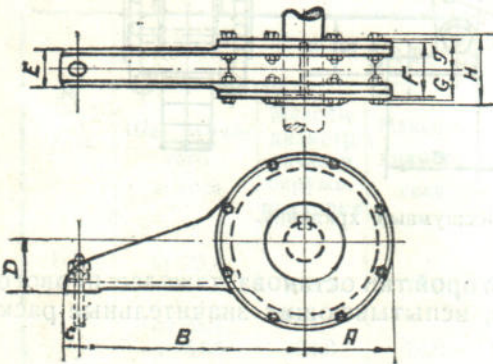
Таблица 57

Бесшумный роликовый останов по фиг. 409

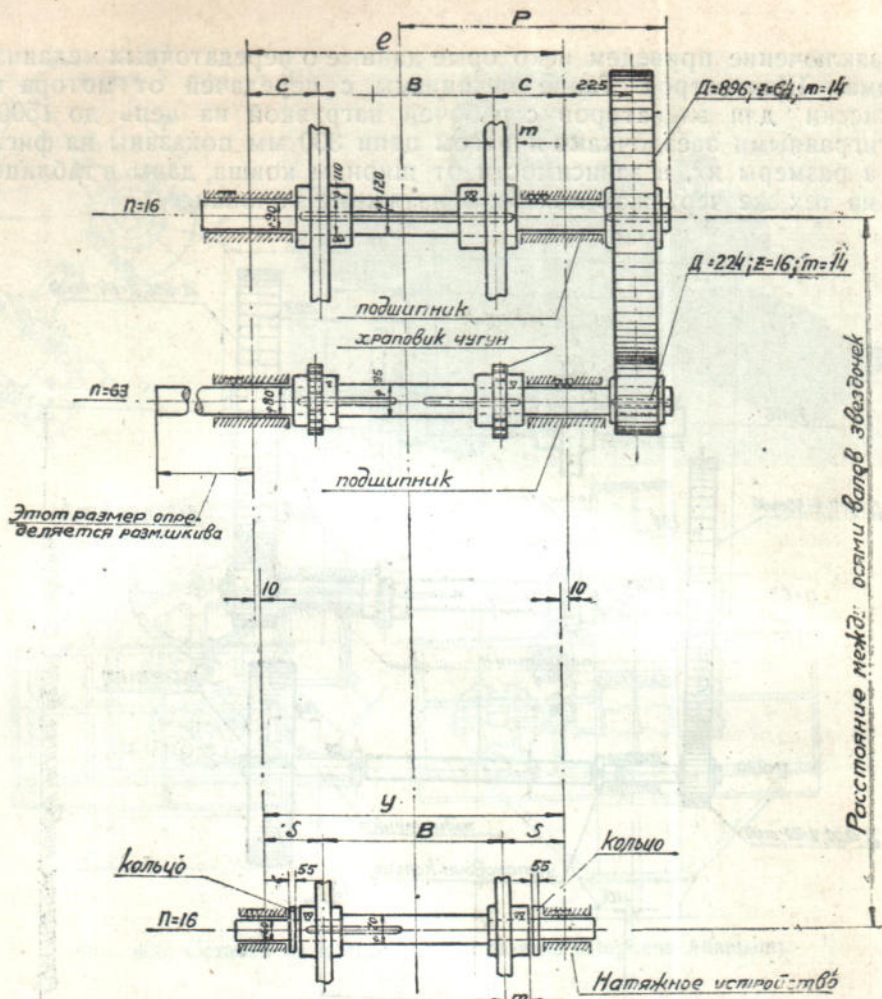
Максим. диаметр расточки	Размеры в мм									Вес в кг
	A	B	C	D	E	F длина втулки	G	H	I	
101,6	238,1	609,6	44,4	139,7	108	152,4	82,5	190,5	82,5	284
152,4	288,9	609,6	50,8	203,2	165,1	177,	95,2	222,2	114,3	442



Фиг. 408. Останов на колесе головного вала (Stephens-Adamson).

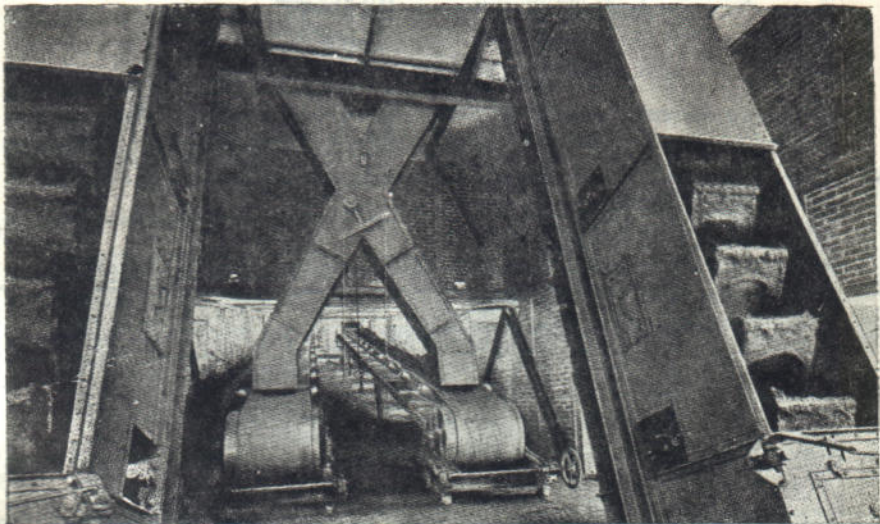


Фиг. 409. Роликовый станок (Stephens Adamson).



Зубчатые колеса с обработанными зубьями, материал - чугун
 Материал валов - сталь 5

Фиг. 411. Приводная головка элеватора с движением от трансмиссии (Шахтострой).

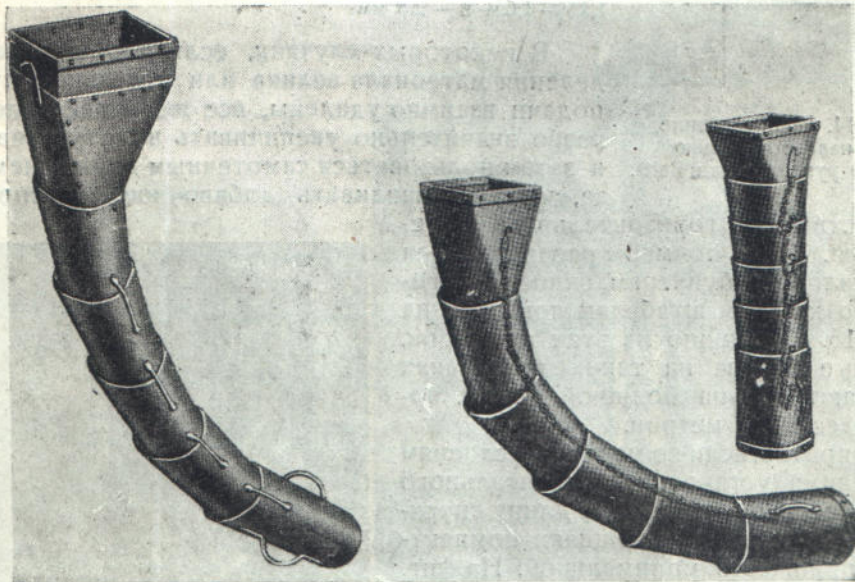
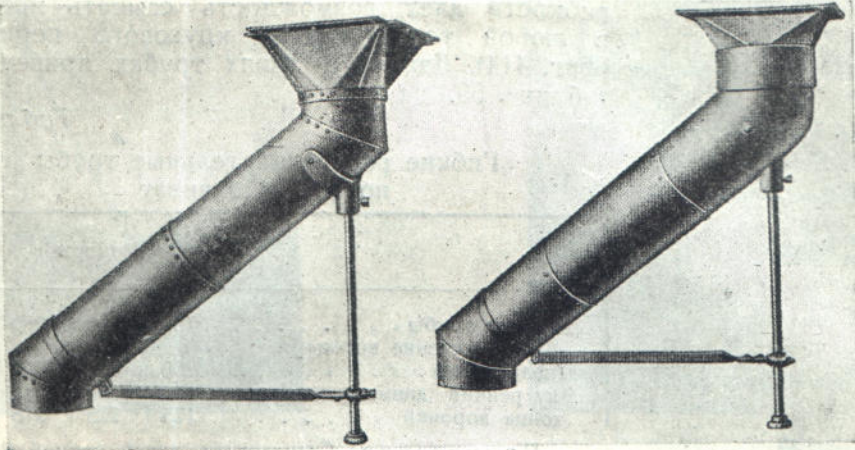


Фиг. 412. Спускные рукава элеваторов с распределительным клапаном (Lauchhammer).

d) Отводящий лоток.

Основные указания по проектированию отводящего лотка были сделаны при рассмотрении процесса разгрузки элеватора. Рассмотрим здесь конструкции нескольких специальных типов лотков, применяемых в отдельных случаях практики.

На фиг. 412 показаны спускные лотки, выполненные в виде рукавов прямоугольного сечения, служащие для подачи угля, поднимаемого двумя

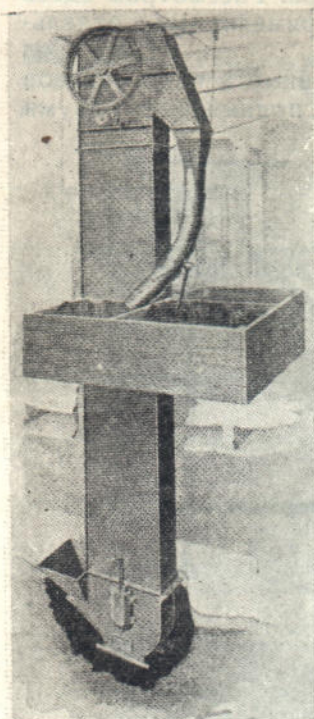


Фиг. 413. Типы шарнирных и гибких спускных рукавов (Stephens-Adamson).

элеваторами, на ленточные конвейеры над бункерами угольной башни коксовой установки. Элеваторы, как и ленты, должны служить резервом один другому и поэтому надо иметь возможность от каждого из двух элеваторов подавать уголь на каждую ленту. Это достигается крестообразным расположением рукавов и установкой перекидного клапана на их пересечении. Понятно, что такая система распределения связана с довольно значительной „потерей уровня“.

Если поднятый на высоту материал требуется распределить в несколько близлежащих пунктов, то высота элеватора соответственно увеличивается и материал спускается самотеком либо по нескольким стационарным

рукавам поочередно, либо по одному переставному. Два типа переставных рукавов трубчатого сечения показаны на фиг. 413. Первый тип служит для распределения по радиусу и представляет коленчатую трубу, поворачиваемую по мере надобности вокруг вертикального шарнира. Второй тип собирается из отдельных трубчатых звеньев, связанных между собой шарнирными ручками или двумя цепями, и благодаря телескопичности и гибкости дает возможность сыпать материал в любой точке внутри кругового периметра (фиг. 414). Данные о таких трубах приведены в таблице. 59.



Фиг. 414. Распределение материала с помощью гибкого рукава (Chain Belt).

Таблица 59

Гибкие распределительные трубы по фиг. 413 внизу

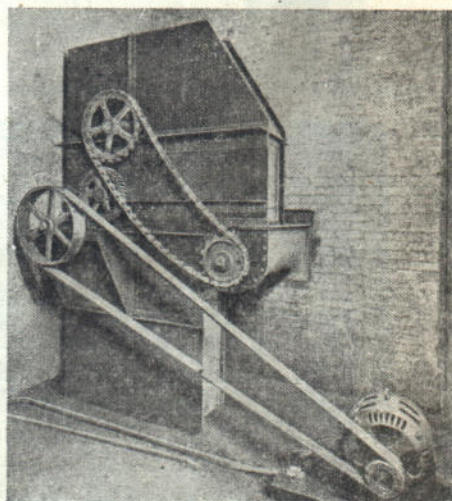
	Размеры в мм			
	150	200	250	300
Диаметр трубы	150	200	250	300
Верхнее сечение воронки (квадратное)	200	250	300	350
Внутренний диаметр нижнего конца воронки	175	225	275	325

Примечание. Стандартная длина секций 215 мм. Трубы изготовляются длиной от 1, до 3,5 м. Толщина листов 1,25 — 1,6 — 2 — 2,8 мм.

В некоторых случаях, если площадь распределения материала велика или отдельные пункты подачи взаимно удалены, все же более целесообразно значительно увеличивать высоту элеватора и затем пользоваться самотечным движением груза, чем устанавливать добавочное транспортное

устройство для горизонтального перемещения. Такие примеры распределения материалов по бункерам, силосам, вагонам и открытым штабелям показаны на фиг. 415. Как видно из этих примеров, отводные рукава на таких установках достигают весьма большой длины, порядка десятков метров.

Напротив, если по местным условиям необходима установка горизонтального транспортногo средства, то длину спускового лотка стараются в целях компактности принимать минимальной. На фиг. 416 показан такой случай передачи материала с элеватора на распределительный шнек, получающий вращение от главного вала элеватора. Как видно на снимке, материал из ковшей сыпается непосредственно в жолоб шнека.

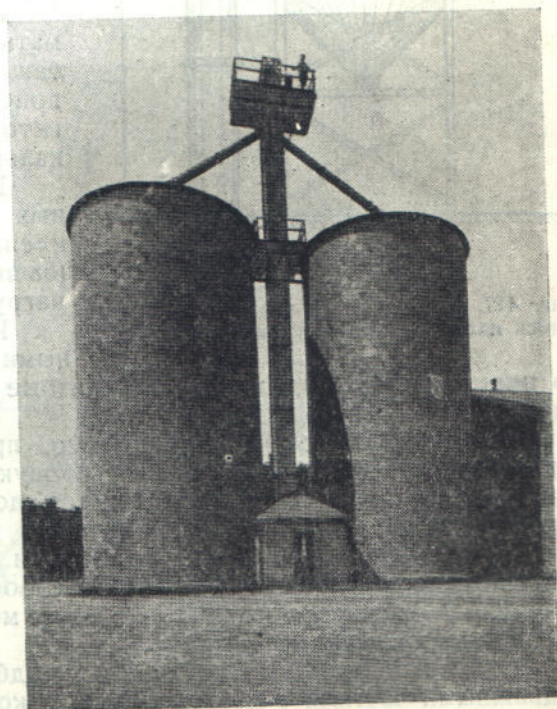


Фиг. 416. Передача материала с элеватора на шнек (Samuel Olson).

5. СТАНИНА И КОЖУХ

Кожух элеватора закрывает его рабочее пространство от внешней атмосферы.

Кожух применяется либо с целью предохранить перемещаемые материалы от действия внешней среды, например от сдувания ветром, от

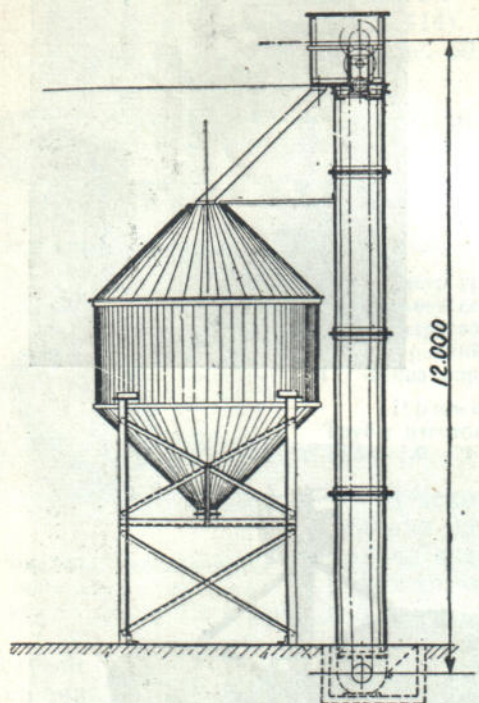


Фиг. 415. Распределение материала по длинным рукавам (Chain Belt).

дожда и сырости, если элеватор установлен не в закрытом помещении, либо, наоборот, для предохранения помещений, в которых стоит элеватор, от действия перемещаемых материалов, например всякого рода химических продуктов, пылевидных веществ, горячих и влажных грузов, дающих сильные испарения, и пр.

На вертикальных элеваторах на кожухе крепятся проводники, предохраняющие цепи с ковшами от раскачивания. На наклонных элеваторах по этим проводникам катятся ролики или скользят ползуны.

Кроме того на невысоких элеваторах кожух служит нередко станиной, поддерживающей головную часть (см., например, фиг. 417). В наклонных элеваторах кожух усиливается обычно продольными балками, воспринимающими изгибающее усилие.



Фиг. 417. Вертикальный элеватор, опирающийся полностью на свой кожух (Chain Belt).

Если по условиям работы кожух не требуется, то для поддерживания только рабочей или холостой и рабочей ветви элеватора служат продольные балки или фермы (фиг. 418, см. также фиг. 286 и др.).

При наличии очень высокого элеватора, например, показанного на фиг. 419 наклонного элеватора с изогнутой головкой, с расстоянием между центрами около 46 м, ферма подпирается поперечными опорами. Назначение этого элеватора — поднимать дробленый уголь на угольную башню коксовой установки. Вместо поперечных опор нижняя часть элеватора может опираться на вертикальные колонки (фиг. 420).

Иногда при высоких вертикальных элеваторах они крепятся внутри клепаной металлической конструкции (башни, копра), воспринимающей всю нагрузку от элеватора (фиг. 421).

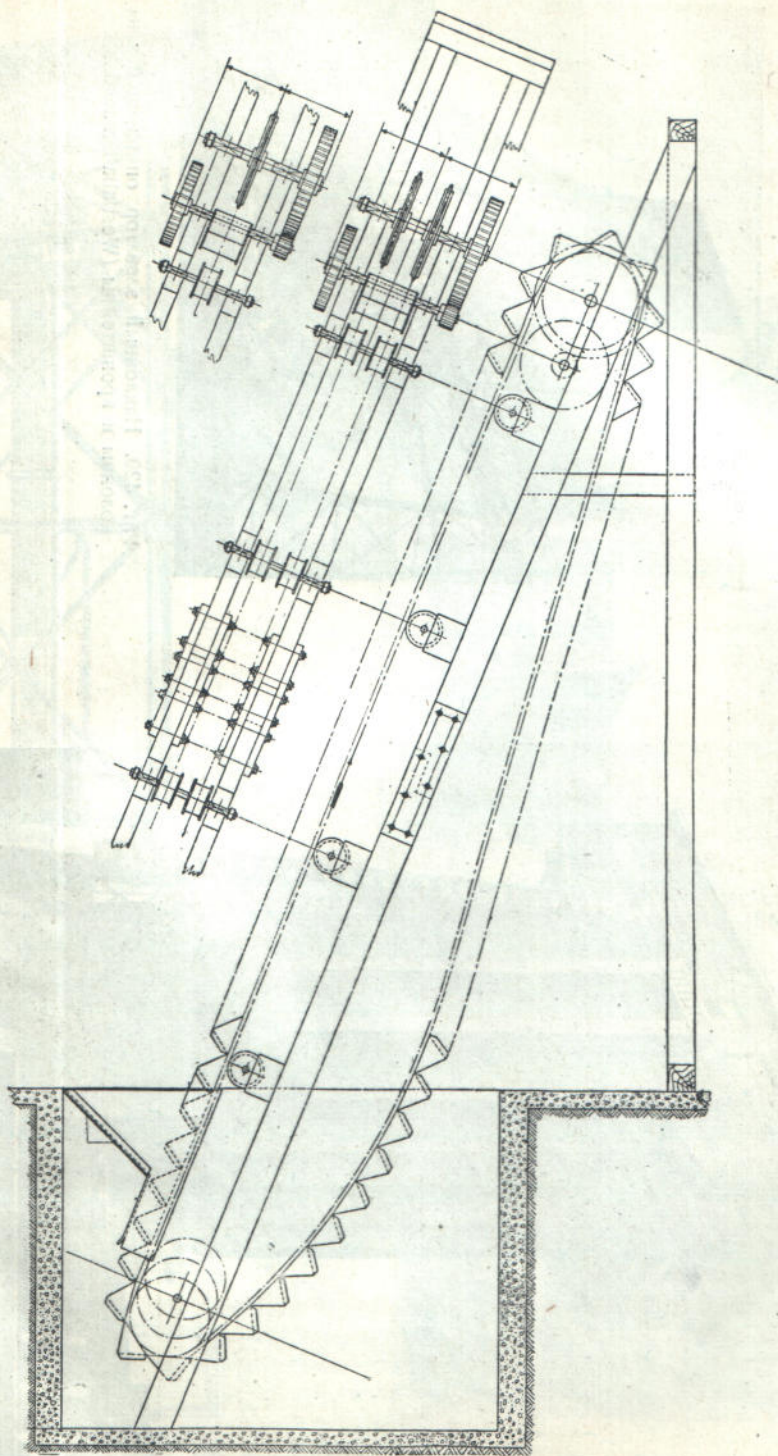
Изготавливаются кожухи деревянными и железными. Первые дешевле, но имеют несколько большие габаритные размеры и кроме того — огнеопасны.

В некоторых случаях, например, при перемещении разъедающих и влажных материалов (химические продукты, мокрые рудные концентраты и пр.), деревянный кожух сохраняется дольше железного. Кроме того, деревянный кожух легче ремонтируется.

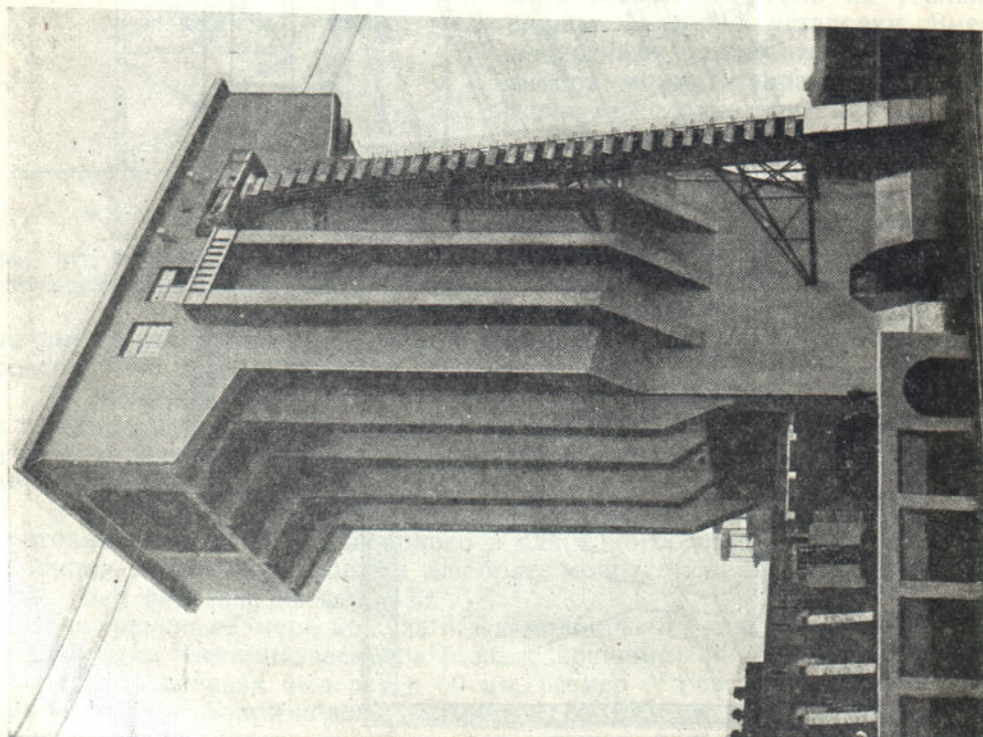
Конструкция деревянных головок и башмака легких вертикальных ленточных элеваторов, одинарного и сдвоенного, видна на фиг. 4 2. Конструкция деревянного кожуха для более мощных стандартных элеваторов Chain Belt показана на фиг. 423.

Внутренние размеры кожуха M и O подбираются так, чтобы зазор между подвижными частями элеватора (цепь с ковшами) и стенками кожуха в обоих направлениях был равен 50 мм, размер R равен двойному вылету ковша, размер S при ковшах с вылетом до 200 мм включительно равен вылету, умноженному на 1,5, и при ковшах с вылетом свыше 200 мм равен вылету, умноженному на 1,25.

Дно разгрузочного лотка наклонено к горизонту под углом в 45° . Если линию дна продлить вверх до пересечения с вертикальной осью элеватора, то точка пересечения расположена на 150 мм ниже центра головного барабана. Доски кожуха, толщиной в 22 мм ($7/8$ ") соединены



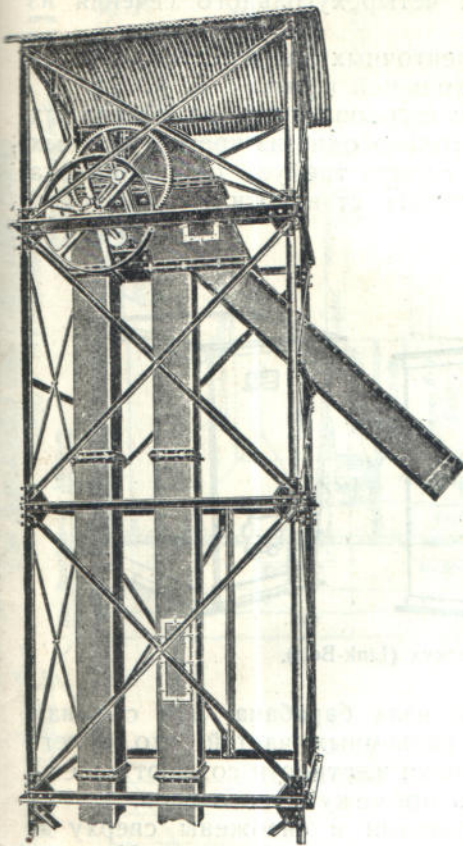
Фиг. 418. Наклонный элеватор на продольных балках, поддерживающих рабочую ветвь (Chain Belt).



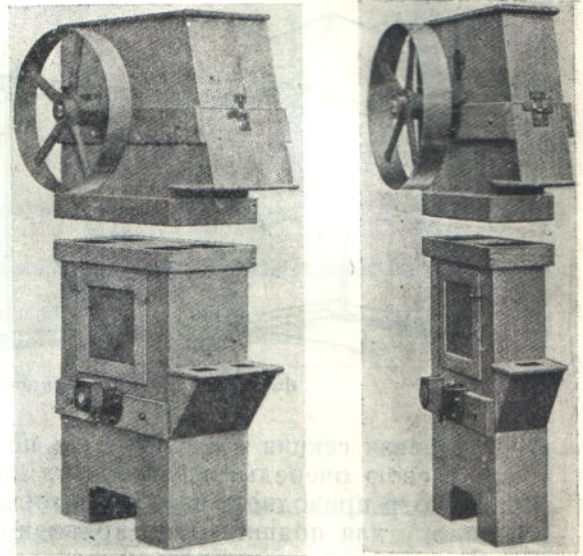
Фиг. 419. Наклонный элеватор с поперечными опорами
(Lauchhammer).



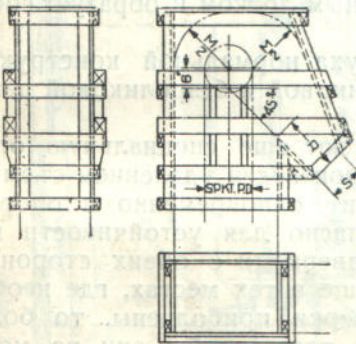
Фиг. 420. Наклонный элеватор опирающийся на
колонны и кронштейны (Westfalia-Dinnendahl).



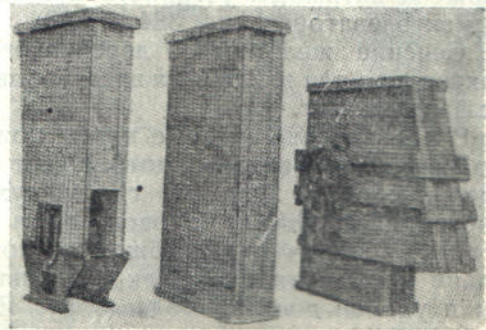
Фиг. 421. Укрепление элеватора внутри клепаной металлической башни (Lieder)



Фиг. 422. Головка и башмак легких вертикальных ленточных элеваторов (Bühler).



Фиг. 423. Деревянный типовой кожух (Chain Belt).

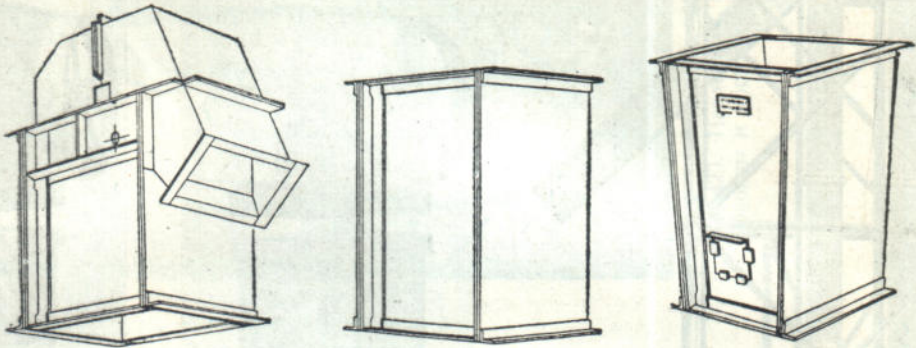


между собою шпунтом, а по углам прибиты к вертикальным деревянным стойкам сечением 50×100 мм.

Значительно чаще деревянных применяются железные кожухи. Они изготавливаются в виде труб круглого или четырехугольного сечения из железных листов толщиной от 1 до 3 мм.

В цепных элеваторах и в небольших ленточных элеваторах делается один общий кожух для восходящей и нисходящей ветви.

Американскими фирмами такие кожухи изготавливаются из отдельных стандартных секций длиной в 3 м (10') и только одна из промежуточных секций делается более короткой, насколько этого требует общая высота элеватора. Головная, средняя и нижняя секции стандартных элеваторов Link Belt изображены на фиг. 424.



Фиг. 424. Железный типовой кожух (Link-Belt).

Головная секция имеет разъем по оси вала барабана. Эта съемная часть в свою очередь составлена из двух разъемных частей, что облегчает осмотр приводного вала элеватора. Уголки жесткости создают надежную опору для подшипников приводного и промежуточного вала.

Средние секции укреплены в углах уголками и снабжены сверху и снизу фланцами из уголков для соединения между собою болтами. Нижняя секция вставляется между башмаком и последней из промежуточных секций. Она имеет съемные боковые панели и смотровые дверцы для облегчения доступа к башмаку. Общий вид элеватора с таким кожухом изображен на фиг. 277 справа.

Такая конструкция применяется в элеваторах с центробежной разгрузкой. В тихоходных элеваторах со сплошными ковшами нижняя секция снабжена натяжным устройством и загрузочным лотком и образует собою башмак элеватора (фиг. 384 и 388).

Сечение железного и деревянного кожуха нормальной конструкции Шахтостроя для наклонных элеваторов с роликовой и безроликовой цепью показано на фиг. 425.

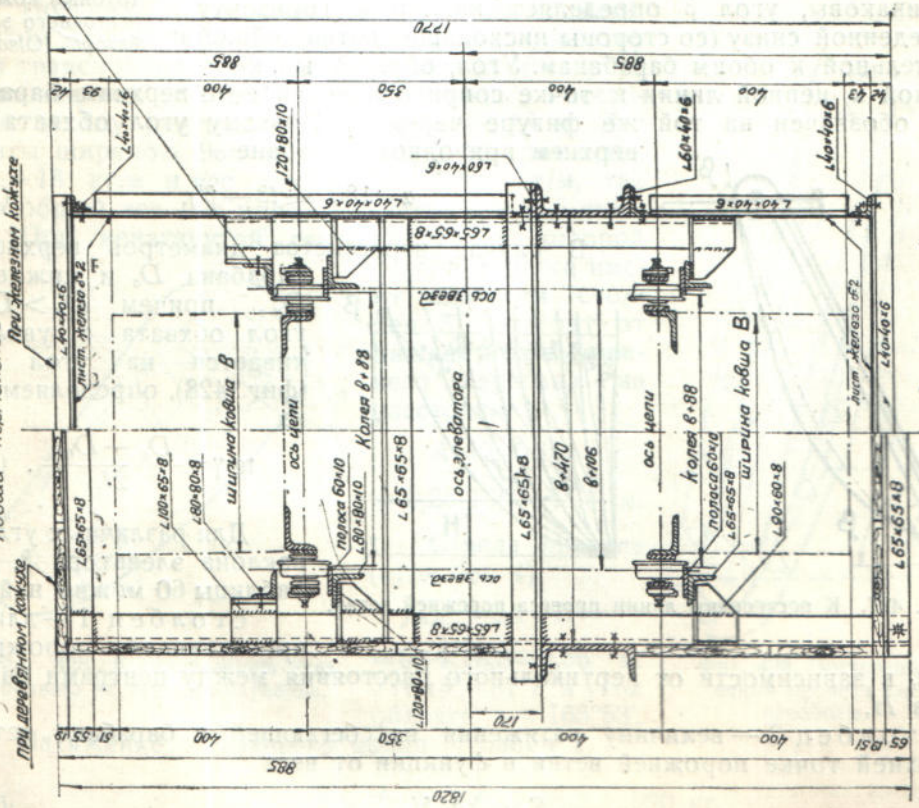
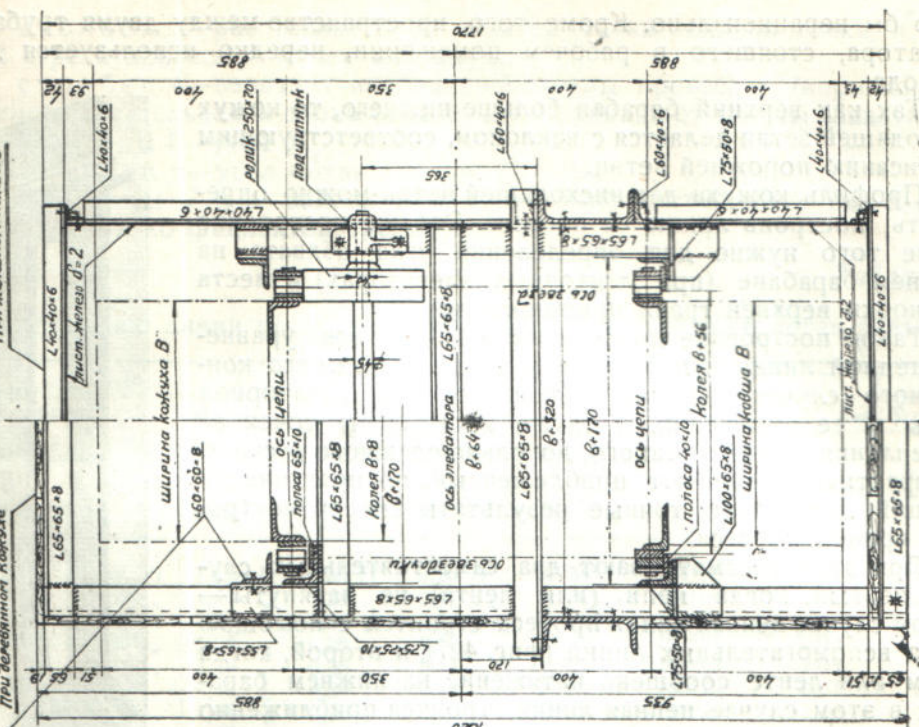
В элеваторах, которые кроме кожуха имеют еще специальную опорную раму, внутренний осмотр может быть произведен удалением съемных панелей кожуха. Там же, где кожух служит одновременно и опорной конструкцией, снятие бокового щита небезопасно для устойчивости элеватора. Такие кожухи снабжаются поэтому дверками с обеих сторон на уровне междуэтажных перекрытий или вообще в тех местах, где необходим и удобен доступ к элеватору. Если дверки приболчены, то болты должны быть целиком снаружи кожуха, для того чтобы они не могли упасть внутрь кожуха, когда снимают гайки.

В быстроходных ленточных элеваторах, где из соображений правильной разгрузки диаметр головного барабана принимают до 2,5 и даже 3 м, кожух делается из двух труб, одна для восходящей, другая для нисходящей ветви (фиг. 426). Устройство одного общего кожуха в таких случаях

Для безроликовой цепи с нагрузкой 2500 кг
ковши нормальные

Направляющие углы ставятся
местами на высоте 2-3 д

Для роликовой цепи с нагрузкой 2000 кг
ковши нормальные



швелера ставится 170 и выше.
в зависимости от мест. между
опорами

Фиг. 425. Сечение железного и деревянного кошуа для наклонных элеваторов (Шахтострой)

было бы нерационально. Кроме того, пространство между двумя трубами элеватора, стоящего в рабочем помещении, нередко используется для прохода.

Так как верхний барабан больше нижнего, то кожух нисходящей ветви делается с наклоном, соответствующим провисанию порожней ветви.

Профиль кожуха для нисходящей ветви можно определить, построив линию ее провеса. Это же построение кроме того нужно для определения угла обхвата на верхнем барабане (при ленточных элеваторах) и места установки верхней грани приемного лотка.

Такое построение можно выполнить, написав уравнение цепной линии и подставив в него для каждого конкретного случая значения погонного веса элеваторной ленты и ее натяжения, а также координаты точек ее закрепления. Вместо такого, довольно сложного расчета, на практике применяют приближенный, но практически дающий достаточно точные результаты способ построения кривой провеса.

При этом рассматривают два самостоятельных случая: первый, когда цепи (или лента) не натянуты — в этом случае цепная линия провеса строится с помощью пучка вспомогательных линий (фиг. 427), и второй, когда цепям или ленте сообщено натяжение на нижнем барабане; в этом случае цепная линия строится приближенно как парабола.

Нанесенный на фиг. 427 пучок цепных линий построен для углов наклона элеватора к горизонту β от 45 до 90°. Если размеры верхнего и нижнего барабанов неодинаковы, угол β определяет наклон к горизонту проведенной снизу (со стороны нисходящей ветви) общей касательной к обоим барабанам. Угол, образуемый касательной к цепной линии в точке соприкосновения ее с верхним барабаном, обозначен на той же фигуре через β' . Поэтому угол обхвата на верхнем приводном барабане

$$\alpha = 180^\circ - (\beta - \beta'). \quad (66)$$

В случае неравенства диаметров верхнего барабана D_v и нижнего D_n , причем $D_v > D_n$, угол обхвата α увеличивается на угол 2γ (фиг. 428), определяемый из

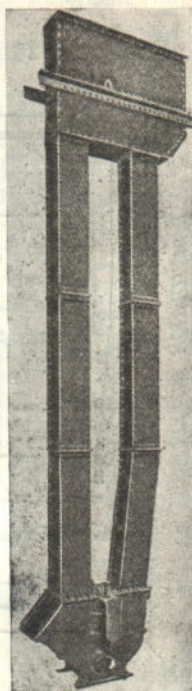
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{D_v - D_n}{2L}. \quad (67)$$

Для различных углов наклона элеватора β , из таблицы 60 можно найти: столбец 1 — длину провисающей порожней

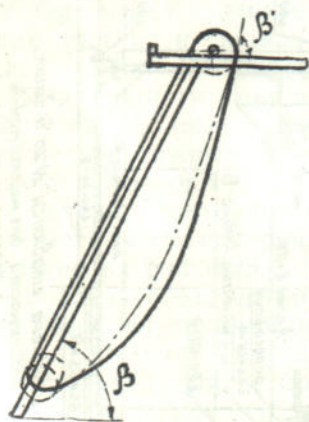
ветви, в зависимости от вертикального расстояния между центрами барабанов H ,

столбец 2 — величину натяжения на сбегавшей с барабана ветви в верхней точке порожней ветви в функции от веса

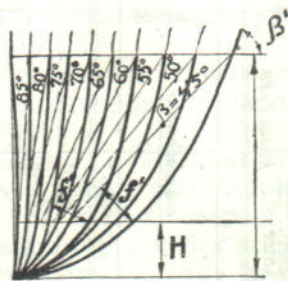
$$S_{сб} = kq_0 H, \quad (68)$$



Фиг. 426. Двухтрубный кожух ленточного элеватора (Olson).



Фиг. 427. К построению линии провеса порожней ветви.



столбец 3—расстояние A от нижней точки цепи до точки, в которой стрела провеса f' имеет максимум,
 столбец 4—величину наибольшей стрелы провеса f' (нормальной к прямой, касательной к обоим барабанам) в функции от высоты элеватора H ,
 столбец 5—угол β' ,
 столбец 6—угол обхвата α при $D_v = D_n$,
 столбцы 7 и 8—наибольшее допустимое соотношение $S_{нб}:S_{сб}$ для двух разных коэффициентов трения f .

Таблица 60

К построению линии провеса на ненатянутой нисходящей ветви элеватора

Угол наклона элеватора β°	1	2	3	4	5	6	7		8
	Длина порожней ветви	Максим. натяжение порожней ветви $S_{сб}$	Расстояние A до точки максим. провеса f_{max}'	Значен. f_{max}'	β'	Угол обхвата α°	$S_{нб}:S_{сб}$		
							при $f=0,25$	п и $f=0,35$	
45	1,50 H	1,62 $q_0 H$	0,26 H	0,20 H	67°34'	157°26'	1,99	2,62	
50	1,39 "	1,46 "	0,26 "	0,19 "	71°36'	158°24'	2,00	2,64	
55	1,30 "	1,34 "	0,26 "	0,18 "	75°09'	159°51'	2,01	2,66	
60	1,23 "	1,25 "	0,25 "	0,16 "	78°23'	161°37'	2,03	2,69	
65	1,17 "	1,18 "	0,25 "	0,14 "	81°07'	163°53'	2,05	2,71	
70	1,12 "	1,13 "	0,24 "	0,12 "	83°32'	166°29'	2,07	2,77	
75	1,08 "	1,08 "	0,23 "	0,10 "	85°39'	170°29'	2,10	2,83	
80	1,05 "	1,05 "	0,22 "	0,07 "	87°28'	172°33'	2,13	2,87	
85	1,02 "	1,02 "	0,20 "	0,04 "	88°57'	176°03'	2,16	2,93	
90	1,00 "	1,00 "	—	—	90°	180°	2,19	3,00	

Поясним пользование таблицей на примере взятом из практики. Ленточный тяжелый элеватор для транспортирования камня, высотой $H=18,3$ м, наклонен под углом к горизонту $\beta=65^\circ$. Расстояние между центрами барабанов $L=20,4$ м. Вес ленты шириною 965 мм, имеющей 10 прокладок $q_{0л}=18$ кг/м и вес ковшей $q_{0к}=74,5$ кг/м, так что общий вес 1 м порожней ветви $q_0=92,5$ кг/м.

При ненатянутой ленте точка, в которой стрела провеса имеет максимум (столбец 3), отстоит от нижней грани нижнего барабана на расстоянии

$$A = 0,25 H = 0,25 \cdot 18,3 = 4,56 \text{ м.}$$

Стрела провеса (столбец 4)

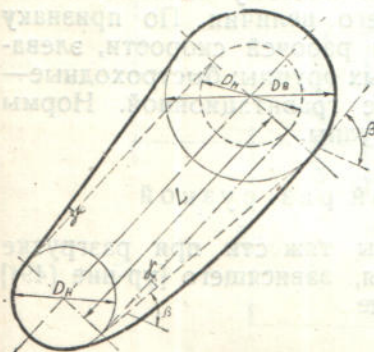
$$f_{max}' = 0,14 \cdot H =$$

$$= 0,14 \cdot 18,3 = 2,56 \text{ м.}$$

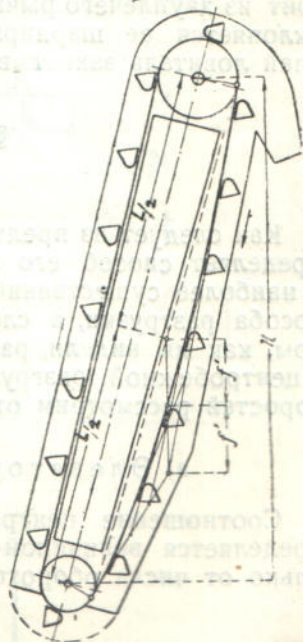
Угол $\beta' = 81^\circ 7'$ и угол обхвата $\alpha = 163^\circ 53'$.

Натяжение сбегającego конца (столбец 2)

$$S_{сб} = 1,18 q_0 H = 1,18 \cdot 92,5 \cdot 18,3 = 1990 \text{ кг.}$$



Фиг. 428. К определению угла обхвата на верхнем барабане.

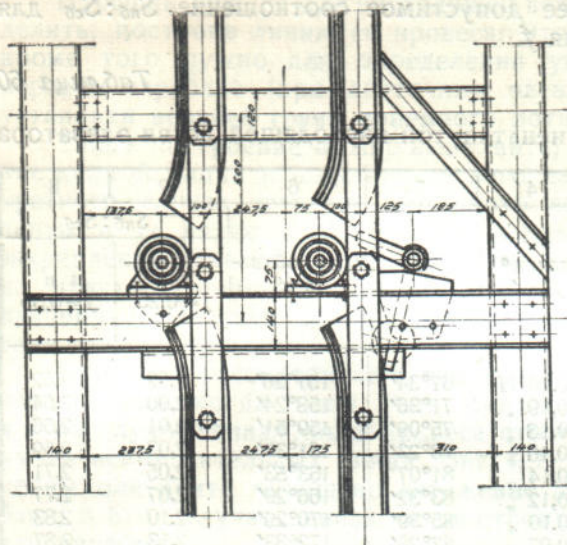


Фиг. 429. Построение линии провеса как параболы.

Определив, зная q , $S_{нб}$, можно проверить их соотношение. Кроме того, по столбцу 1 можно определить длину порожнего участка элеваторной ленты.

Если цепь натянута с некоторой силой S_0 , то линию провеса в этой точке строят приближенно как параболу и вертикальную стрелу провеса f' (фиг. 429) находят по уравнению:

$$f' = \frac{q_0 L^2}{8 \left(S_0 + q_0 \frac{H}{2} \right)} \quad (69)$$



Фиг. 430. „Ловитель“ для цепей элеватора (Союзтранстехпром).

Отложив эту стрелу провеса, строят параболу одним из известных графических способов (фиг. 429).

В заключение приведем конструкцию укрепляемых на них „ловителей“, служащих для захвата и удерживания цепей на грузовой восходящей ветви элеватора при их разрыве.

Ловитель (фиг. 430 и 431) монтируется на поперечном швеллере коуха против опорного ролика, по другую сторону проводников. Он состоит

из двуплечего рычага, один конец которого входит в прорезы цепи и отклоняется ее шарнирами, а другой несет противовес. При разрыве цепей ловитель захватывает за их шарниры.

§ 4. РАСЧЕТ ЭЛЕВАТОРА

1. НОРМЫ СКОРОСТЕЙ

Как следует из предыдущего, значение рабочей скорости на элеваторе определяет способ его загрузки и разгрузки и поэтому является одной из наиболее существенных характеризующих его величин. По признаку способа разгрузки, а следовательно, величины рабочей скорости, элеваторы, как мы видели, разделяют на две основных группы: быстроходные—с центробежной разгрузкой и тихоходные—с гравитационной. Нормы скоростей рассмотрим отдельно для каждой группы.

а) Элеваторы с центробежной разгрузкой

Соотношение центробежной силы и силы тяжести при разгрузке определяется величиной полюсного расстояния, зависящего [ур-ние (49)] только от числа оборотов барабана n . Значение

$$n = \frac{60v}{\pi D_6} \quad (70)$$

в свою очередь зависит от соотношения рабочей скорости v и диаметра барабана D_6 . Поэтому, назначив определенный процесс разгрузки, т. е. величину полюсного расстояния a , и определив из ур-ния (49) n , необходимо при выборе v и D_6 придерживаться соотношения их из предыдущего равенства.

Это следует еще и из того, что величина центробежной силы, определяющая характер разгрузки, является одновременно функцией рабочей скорости и диаметра барабана

$$F = m \frac{2v^2}{D_6}, \quad (71)$$

т. е. v и D_6 опять таки связаны между собой определенным соотношением.

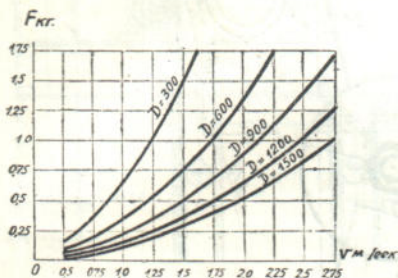
Построенный по этому уравнению пучок кривых для груза весом 1 кг дан на диаграмме фиг. 432. Диаграмма показывает, что например для $F=1$ кг с изменением скорости от 1,25 до 2,75 м/сек. диаметр барабана меняется примерно от 300 до 1500 мм.

Для быстроходных ленточных элеваторов, транспортирующих зерно и подобные ему легкие и удобоподвижные материалы, на практике принимают скорости и диаметры барабанов, при которых центробежная сила равна силе тяжести или, что то же, центробежное ускорение равно ускорению силы тяжести (см. фиг. 298 сверху)

$$m \frac{2v^2}{D_6} = mg,$$

откуда

$$v = \sqrt{g \frac{D_6}{2}}. \quad (72)$$



Фиг. 432. Диаграмма зависимости F , D_6 и v .

Для более точного соблюдения предыдущего условия, вместо D_6 следует принимать удвоенное расстояние от центра барабана до центра тяжести материала в ковше.

Если центробежное ускорение центра тяжести материала в ковше равно ускорению силы тяжести g , то центробежное ускорение на периферии барабана получается меньше g . Значения этого последнего ускорения приведены в последнем столбце таблицы 61, составленной для постоянной ускорения центра тяжести в ковше, равного g . Из таблицы видно, что для малых диаметров барабана эта величина заметно меньше, а для больших приближается к значению ускорения силы тяжести. Оно и понятно, так как при больших диаметрах барабана вылет ковша получается относительно меньше.

Таблица 61

Соотношения D_6 , n и v по уравнению (72) для ленточных вертикальных элеваторов

Диаметр барабана D_6 мм	n об./мин.	Скорость v м/сек.	Центробежное ускорение на окружности барабана м/сек. ²	Диаметр барабана D_6 мм	n об./мин.	Скорость v м/сек.	Центробежное ускорение на окружности барабана м/сек. ²
300	69	1,08	7,8	990	40	2,07	8,7
380	62	1,23	7,9	1 070	39	2,18	8,9
460	56	1,35	7,9	1 220	37	2,36	9,2
530	53	1,47	8,1	1 370	35	2,51	9,2
610	50	1,59	8,3	1 520	33	2,63	9,2
680	47	1,68	8,3	1 670	32	2,80	9,4
760	45	1,79	8,4	1 830	31	2,96	9,7
840	43	1,89	8,5	2 140	29	3,25	9,8
910	41	1,95	8,5	2 440	27	3,45	9,8

Приведенные в таблице 61 скорости считаются практически максимальными. При больших скоростях материал под действием центробежной силы начинает высыпаться из ковшей еще при восходящем движении цепи на кривой и часть его не попадает на приемный лоток, так что в итоге производительность элеватора, несмотря на повышение скорости, не возрастает. Кроме того, в случае применения таких скоростей для подъема кусковых материалов, возникали бы трудности при заполнении ковшей, так как они должны были бы вследствие большой центробежной силы зачерпывать выше центра барабана, т. е. из заполненного башмака. Поэтому при перемещении кусковых материалов, как уголь, зола, кокс и пр., скорости из условия хорошего зачерпывания из незаполненного башмака, т. е. при огибании ковшей нижнего барабана, берутся несколько меньше, но все еще достаточными для обеспечения центробежной разгрузки.

Для соблюдения этих условий рекомендуется назначать скорости, при которых центробежная сила равна двум третям силы тяжести, т. е.

$$m \frac{2v^2}{D_6} = \frac{2}{3} mg,$$

откуда

$$v = 0,82 \sqrt{g \frac{D_6}{2}}, \quad (73)$$

т. е. скорости для таких материалов назначаются равными 82% от скоростей таблицы 61. Соответственные соотношения D_6 , n и v приведены в таблице 62. При указанных соотношениях ускорение центра тяжести материала в ковше равно двум третям g . Скорости и диаметры барабана по таблице 62 применяются иногда в целях облегчения заполнения ковшей и для зерновых материалов.

Таблица 62

Соотношения D_6 , n и v по уравнению (73) для ленточных вертикальных элеваторов

Диаметр барабана D_6 мм	n об./мин.	Скорость v м/сек.	Центробежное ускорение на окружности барабана м/сек. ²	Диаметр барабана D_6 мм	n об./мин.	Скорость v м/сек.	Центробежное ускорение на окружности барабана м/сек. ²
300	56	0,88	5,20	990	33	1,71	5,86
380	51	1,00	5,25	1 070	32	1,79	5,86
460	46	1,10	5,25	1 220	30	1,91	6,00
530	43	1,19	5,35	1 370	28	2,00	6,00
610	41	1,31	5,64	1 520	27	2,15	6,1
680	39	1,39	5,70	1 670	26	2,28	6,1
760	37	1,47	5,70	1 830	25	2,39	6,2
840	36	1,58	5,85	2 140	23	2,58	6,2
910	34	1,62	5,85	2 440	22	2,80	6,3

При цепных вертикальных элеваторах с центробежной разгрузкой скорости принимаются часто несколько меньшие, чем по таблице 62 (за исключением очень малых диаметров), но довольно близкие к ним, как это видно из таблицы 63 фирмы Chain Belt.

Величина скоростей несколько варьируется в ней в зависимости от рода перемещаемого материала.

Фирма Stephens-Adamson приводит данные о скоростях вертикальных цепных элеваторов с центробежной разгрузкой, работающих по углю, камню, золе и т. п. материалам с не очень большим содержанием сухой пыли или влаги, разбивая их по конструкции на две группы: 1) ковши

с промежутками и полностью центробежной разгрузкой, 2) ковши с промежутками, с отклоненной сбегающей ветвью (фиг. 281), т. е. частично с разгрузкой под действием силы тяжести, и затем непрерывные ковши, т. е. опять таки с частично гравитационной разгрузкой (таблице 64).

Таблица 65

Диаметры и числа оборотов головного барабана вертикальных цепных элеваторов с центробежной разгрузкой

Диаметр барабана D_6 мм	Рабочая скорость цепи и число оборотов барабана в зависимости от рода материала:							
	Антрацит мелкий (семечко—орех); сухой битуминозный уголь (ниже 50 мм); сухой камень и гравий (свободный от песка); сухая руда (ниже 50 мм)		Влажный битуминозный уголь (50 мм и ниже); сухой песок; камень и гравий (с содержанием песка до 25%).		Влажный битуминозный уголь; 1) мелкий—20 мм и ниже 2) просеянный 30 мм; влажный песок; влажная руда (ниже 50 мм)		Зерно; формовочная земля (в готовом виде)	
	n об./мин.	v м/сек.	n об./мин.	v м/сек.	n об./мин.	v м/сек.	n об./мин.	v м/сек.
300	61	0,96	61	0,96	61	0,96	61	0,96
350	53	0,97	53	0,97	53	0,97	53	0,97
400	48	1,00	48	1,00	48	1,00	48	1,00
460	44	1,06	44	1,06	45	1,08	45	1,08
530	39	1,08	40	1,11	41	1,14	42	1,17
610	36	1,15	37	1,18	37	1,18	38	1,21
690	33	1,19	34	1,23	35	1,26	37	1,34
760	31	1,23	32	1,27	33	1,31	35	1,39
840	30	1,32	31	1,36	32	1,41	34	1,50
910	28	1,34	29	1,38	31	1,48	32	1,53
990	27	1,40	28	1,45	29	1,50	31	1,61
1070	25	1,40	27	1,51	29	1,63	31	1,74

Понятно, что на элеваторах второй группы величина рабочей скорости может быть принята несколько меньшей. Отступать от этих скоростей фирма считает возможным, без ущерба для правильной разгрузки, в пределах 3—4%.

При выборе рабочих скоростей на элеваторе необходимо не только соблюдать приведенные соотношения v , D_6 и n , но и сообразоваться с родом перемещаемого материала, родом и конструкцией тягового элемента, а также с особенностями каждого конкретного случая, например, допустимыми по местным условиям размерами башмака и нижнего барабана. При наличии цепей скорости всегда берут несколько меньше, чем для лент, даже если применяются гладкие или многозубчатые барабаны и короткозвенные цепи. С увеличением крупности и твердости перемещаемого материала скорость также уменьшается.

В американских данных (Hetzel, фирма Stephens-Adamson) указываются следующие значения предельной скорости на вертикальных элеваторах.

На ленточных элеваторах, работающих по углю, при крупности кусков

$$a' < 40 \text{ мм} \dots \dots \dots v = \text{до } 2,5 \text{ м/сек. при } D_6 = 1830 \text{ мм};$$

$$a' \cong 50 \text{ мм} \dots \dots \dots v = \text{до } 2,3 \text{ м/сек. при } D_6 = 1670 \text{ мм};$$

$$a' > 50 \text{ мм (до } 75 \text{ мм)} \dots \dots \dots v = \text{до } 2 \text{ м/сек. при } D_6 = 1370 \text{ мм};$$

для более тяжелых и твердых материалов при крупности

$$a' > 50 \text{ мм, } v = 1,75 - 1,80 \text{ м/сек. при } D_6 = 1070 \text{ мм.}$$

Таблица 64

Диаметры и числа оборотов барабанов цепных вертикальных элеваторов в зависимости от их конструкции

Диаметр барабана D_6 мм	1) Ковши с промежуточными. Обе ветви вертикальные		2) Ковши с промежуточными и отклоненной нисходящей ветвью, ¹ непрерывные ковши	
	n об./мин.	v м/сек.	n об./мин.	v м/сек.
380	50,2	1,0	30,1	0,60
400	48,7	1,02	29,1	0,61
430	47,4	1,07	28,4	0,64
450	46,3	1,09	27,8	0,66
510	44,1	1,18	26,6	0,74
560	42,2	1,24	25,4	0,75
610	40,8	1,31	24,5	0,78
660	39,5	1,37	23,6	0,82
710	38,5	1,43	23,0	0,86
760	37,2	1,48	22,3	0,89
810	36,2	1,54	21,7	0,92
910	34,3	1,64	20,6	0,98
1 070	32,0	1,79	19,2	1,08
1 220	30,1	1,92	18,1	1,15
1 370	28,4	2,04	17,0	1,22
1 520	27,0	2,15	16,3	1,30
1 680	25,8	2,27	15,5	1,36
1 830	24,7	2,37	14,8	1,42

На цепных элеваторах, работающих по углю и т. п. грузам, при крупности кусков

$$a' \leq 50 \text{ мм} \quad v = \text{до } 1,65 \text{ м/сек.},$$

$$a' = 50-75 \text{ мм} \quad v = \text{до } 1,55 \text{ м/сек.}$$

Для таких мелких и рассеиваемых струей воздуха материалов, как мука, отруби и т. п., скорость рекомендуется не выше 1,25 м/сек., для цемента, порошкообразной извести и других сухих пылевидных материалов с насыпным весом больше 0,8 т/м³, скорость можно принимать до 1,8 м, назначая при этом диаметр нижнего барабана равным диаметру верхнего и во всяком случае не меньше трех четвертей его.

При перемещении жидкостей, содержащих твердые частицы, например рудных концентратов и других смесей, назначаются скорости по табл. 61, причем диаметр нижнего барабана должен быть возможно большим. Если количественное соотношение твердых частиц в жидкости достаточно велико и они оседают на дно, то выбрасывание их из ковша происходит после того, как выльется жидкость. Для того чтобы принять весь материал на лоток, приходится увеличивать до 50—60° угол разгрузки. При низком расположении приемного лотка предпочтительнее уменьшать рабочую скорость, так как этим также улучшаются условия заполнения ковшей, и принимать ее по таблице 62.

В некоторых случаях уменьшение скорости вызывается потребностью иметь малый диаметр нижнего барабана для достижения компактности башмака.

Так как диаметр верхнего и нижнего барабана связывается для таких грузов, как уголь, кокс, зола и пр., соотношением: D_6 верхнего $\leq 1,5 D_6$ нижнего, то малая величина диаметра верхнего и нижнего барабана лимитирует рабочую скорость.

¹ Применяются для диаметра барабана до 1070 мм.

Как видно из таблицы 64, скорости элеваторов с отклоненной нисходящей ветвью принимаются равными около 60 % от скоростей при обеих вертикальных ветвях и центробежной разгрузке. Фирма Chain Belt рекомендует для этой группы элеваторов скорости

$$v=0,40—0,75 \text{ м/сек.},$$

наиболее часто встречаются

$$v=0,6 \text{ м/сек.}$$

Из изложенного видно, сколько градаций скорости принимается в зависимости от разных условий работы и конструкции элеватора, главным образом — от свойств перемещаемого материала. Так как свойства перемещаемого материала не всегда могут быть точно учтены заранее, а иногда меняются и в процессе эксплуатации элеватора, то при проектировании приводного механизма элеватора следует всегда предвидеть (путем замены пары шестерен или другим простым способом) возможность изменять величину рабочей скорости так, чтобы и хорошее заполнение ковшей и правильная разгрузка были вполне обеспечены.

б) Элеваторы с гравитационной разгрузкой

Значительно меньше градаций предусматривается нормами для скоростей тихоходных элеваторов с гравитационной разгрузкой. Предельными значениями можно считать скорости, указанные во второй половине таблицы 64. Они равны, следовательно, 60% от скоростей при центробежной разгрузке. Обычно, однако, скорости принимаются меньшие.

Величина рабочей скорости в значительной степени зависит от шага цепей и числа зубцов на барабанах, так как с увеличением длины звена и уменьшением числа зубцов возрастает неравномерность хода цепей.

Следствием этой неравномерности в свою очередь является возникновение добавочных динамических нагрузок и повышенный износ цепей и ковшей. Указания американских фирм о предельных скоростях в зависимости от числа зубцов были уже приведены в предыдущей главе.

Число зубцов или граней на головных звездочках, как указывалось, в американской практике принимается 6 и выше; в германской, напротив, довольно часто встречаются приводные барабаны с числом граней меньше шести. Так фирма ATG, устанавливая четырехгранные барабаны при длине цепного звена 500 мм, принимает, при условии наличия уравнивающего привода,

$$v=0,4 \text{ м/сек.}$$

Фирма Görrel на своих элеваторах также устанавливает четырехгранные барабаны и при отсутствии уравнивающего механизма указывает число оборотов головного вала, при котором скорости получаются равными — 0,27 м/сек. для шага цепи 400 мм и 0,33 м/сек. для шага цепи 500 мм.

Число оборотов звездочки в обоих случаях сохраняется, следовательно, скорость возрастает пропорционально шагу.

Приблизительно с такими же скоростями работают элеваторы с четырехгранными барабанами на наших коксовых установках.

Проф. Ашмид для длиннозвенных цепей и четырехгранных барабанов указывает еще более пониженные нормы

$$v=0,1—0,3 \text{ м/сек.}$$

Нормы Шахтоостроя, предусматривающие применение только шестигранных барабанов, указывают несколько повышенные по сравнению с германскими данными рабочие скорости:

$$\begin{array}{l} \text{для шага 300 мм} \dots\dots\dots 0,40 \text{ м/сек.} \\ \text{„ „ 400 и 500 мм} \dots\dots\dots 0,48 \text{ „} \end{array}$$

а при периодической, происходящей с перерывами, работе — до 0,6 м/сек.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ

Основные размеры, характеризующие элеватор, это емкость i и геометрические размеры ковша (вылет, ширина, высота — A, B, h) и расстояние между ковшами a .

Геометрические размеры ковшей для разных их типов находятся в определенной пропорции между собой и определяются по емкости (см. § 3, п. 1, „Ковши“), поэтому первоначальному определению подлежит емкость ковша i и шаг ковшей a . Соотношение обеих этих величин находится из выражения для часовой производительности Q при перемещении материала отдельными порциями:

$$Q = 3,6 \cdot \frac{i}{a} v \gamma \psi \text{ т/час.} \quad (74)$$

Значение скорости v принимается здесь на основании указаний предыдущего раздела, в зависимости от рода перемещаемого материала и намеченного типа элеватора.

Коэффициент наполнения ковшей ψ зависит тоже от рода материала и от способа питания ковшей. Если, как это часто бывает, некоторое количество поднимаемого материала не попадает на приемный лоток, а просыпается обратно в башмак, и эти потери трудно устранимы, то под коэффициентом наполнения следует в этом случае понимать коэффициент использования ковша, т. е. отношение объема поднятого и выгруженного на лоток материала к объему ковша.

В зависимости от рода перемещаемого материала проф. Hanffstengel рекомендует принимать следующие средние значения ψ :

для продуктов размола	$\psi = 0,8 - 1,0$
для зерна и подобных легкоподвижных материалов при средней скорости	$\psi = 0,75 - 0,9$
для угля средней величины	$\psi = 0,6 - 0,7$
для крупного угля	$\psi = 0,4 - 0,5$

При благоприятных условиях наполнения и наличии питающего приспособления эти значения могут быть повышены.

В нормах Шахтостроя для элеваторов, работающих по углю, принимается для вертикальных быстроходных элеваторов ($v = 1,0$ м/сек.) $\psi = 0,65$, для наклонных с обыкновенными ковшами ($v = 0,4$ и $0,48$ м/сек.) $\psi = 0,75$, для наклонных с большеемкостными ковшами ($v = 0,4$) $\psi = 0,90$.

Определив из ур-ния (74) численное значение $\frac{i}{a}$, можно, задавшись одной из этих величин, найти другую. При этом размеры ковша должны быть согласованы с крупностью кусков перемещаемого материала, как указано выше.

Для облегчения выбора a , который берется равным шагу цепи при непрерывных ковшах и кратным ему при ковшах с промежутками, наиболее рационально пользоваться таблицами существующих конструкций элеваторов.

В ленточных элеваторах такой зависимости не существует. Практические нормы для вертикальных быстроходных ленточных элеваторов с ковшами типа А дают шаг ковшей при соблюдении соотношений из таблицы 62:

$$a = (2,3 - 2,4) h.$$

Наиболее часто

$$a = 2,35 h,$$

где h — глубина (высота) ковша для стандартных ковшей (фиг. 321, 322) может быть взята из таблицы 40 (43).

Определяемая (74) из ур-ния величина $\frac{i}{a}$ представляет собой погонную емкость ковшей

$$\frac{i}{a} = \frac{Q}{3,6 v \gamma \psi} = V', \quad (75)$$

Откуда вес материала на пог. м ковшевой ленты

$$q = \frac{i}{a} \cdot \gamma \cdot \phi = \frac{Q}{3,6v} \quad (76)$$

Часто в расчетах представляется удобным пользоваться этой величиной. Для облегчения подсчетов приведем в таблице 65 погонную емкость ковшей типа А по таблице 40, в таблицах 66 и 67 — характеристики тихоходных элеваторов с непрерывными ковшами по нормам Шахтостроя и в таблице 68 характеристики таких же элеваторов фирмы Görrel. Характеристики ковшей элеваторов Шахтостроя приведены выше в таблицах 47 и 51.

Таблица 65

Погонная емкость ковшей типа А (по табл. 40)

Емкость ковша i в литрах	0,25	0,60	0,90	1,39	1,87	3,34	3,65	4,00	5,44
Шаг ковшей a мм ¹	190	228	254	279	305	356	356	356	432
Погонная емкость V' литр/м	3,30	6,34	8,40	11,00	13,35	21,20	23,00	25,40	29,40
Емкость ковша i в литрах	6,35	8,30	6,95	7,65	9,65	11,00	17,20	12,00	14,50
Шаг ковшей a мм	432	508	432	432	508	508	610	432	508
Погонная емкость V' литр/м	34,5	38,5	37,8	41,5	44,8	51,0	65,0	65,0	67,0

Таблица 66

Ковшечные элеваторы с нормальными непрерывными ковшами

Шаг цепи l	А'—полный габарит в ширину цепи с ковшами в мм							Вес двух цепей в кг	
	Ширина ковша в мм	L—максимальные длины элеваторов в м						Одного комплекта с уголками (4 звена)	1 пог. м с уголками
		Нагрузка цепи в кг	300	400	500	600	700		
Безроликовая цепь (фиг. 333 и 350)									
300	1 500	410/27	510/21	610/18	—	—	A'/L	20	33,3
	2 500	—	—	—	—	—	—	27,1	45,2
Q т/час	45	65	75	—	—	—	—	—	—
400	2 500	A'/L	—	635/22	735/19	835/17	935/15	37,6	47
	3 500	—	—	661/30	761/26	861/23	961/20	48,5	60,6
Q т/час	4 500	—	—	683/37	783/32	883/29	983/26	60,8	76
	—	—	—	95	115	135	155	—	—
Роликовая цепь (фиг. 333 и 351)									
300	1 500	511/28	611/23	711/18	—	—	A'/L	25,4	42,3
	2 000	527/35	627/28	727/23	—	—	—	30,9	51,5
	3 000	577/42	677/36	777/30	—	—	—	47	78,3
Q т/час	—	45	65	75	—	—	—	—	—
400	2 000	A'/L	—	727/20	827/17	927/15	1027/14	39,8	49,7
	3 000	—	—	777/28	877/25	977/22	1077/19	57,4	71,7
	4 000	—	—	797/37	897/31	997/28	1097/25	68,1	85,1
Q т/час	—	—	—	95	115	135	155	—	—

Примечание. Производительность показана для $\gamma=0,9$ т/м³, $v=0,48$ м/сек. при $l=300$ и $v=0,40$ м/сек. при $l=400$.

¹ При скоростях по табл. 62.

Ковшковые элеваторы с большеемкостными ковшами

Шаг цепи l	A' — полный габарит в ширину цепи с ковшами в мм							Вес двух цепей в кг	
	L — максимальные длины элеваторов в м							Одного комплекта (4 звена)	I пог. м
	Ширина ковша в мм	500	600	700	800	900	1000		
	Нагрузка цепи в кг								
Безроликовая цепь (фиг. 341 и 352)									
400	2500	670/20	770/17	870/15	—	—	A'/L	36,0	45,0
	3500	700/27	800/24	900/21	—	—	—	48,0	60,0
	4500	722/44	822/39	922/35	—	—	—	60,7	75,8
	6500	—	—	—	—	—	—	85,8	107,2
Q т/час	—	155	185	215	—	—	—	—	—
500	3500	A'/L	—	900/17	1000/15	1100/14	1200/12	62,7	62,7
	4500	—	—	922/22	1022/20	1122/17	1222/16	77,7	77,7
	6500	—	—	960/30	1060/27	1160/25	1260/23	108,5	108,5
	8500	—	—	990/37	1090/34	1190/31	1290/29	135,7	135,7
Q т/час	—	—	250	290	325	360	—	—	—
Роликовая цепь (фиг. 341 и 352)									
400	2000	766/18	866/15	966/13	—	—	A'/L	38,8	48,5
	3000	822/25	922/22	1022/19	—	—	—	57,7	72,1
	4000	842/32	942/29	1042/25	—	—	—	68,8	86,0
	6000	894/42	994/38	1094/35	—	—	—	98,6	123,2
Q т/час	—	155	185	215	—	—	—	—	—
500	3000	A'/L	—	1022/16	1122/15	1222/13	1322/12	70,3	70,3
	4000	—	—	1042/22	1142/20	1242/18	1342/16	83,1	83,1
	6000	—	—	1094/31	1194/28	1294/26	1394/24	116,7	116,7
Q т/час	—	—	250	290	325	360	—	—	—

Примечание. Производительность показана для $\gamma=0,9$ т/м³ и $v=0,4$ м/сек.

3. РАСХОД МОЩНОСТИ

Мощность на ковшвом элеваторе расходуется на преодоление следующих сопротивлений движению:

1. Вес поднимаемого на грузеной ветви материала. Соответственное усилие равно

$$W_1 = qH \text{ кг} \quad (77)$$

и расход мощности

$$N_1 = \frac{qHv}{75} = \frac{QH}{270} \text{ л. с.} \quad (78)$$

2. Сопротивление от трения в подшипниках головного и натяжного вала.
3. Сопротивление от жесткости ленты или цепей (трение в шарнирах цепей).
4. Сопротивление на наклонных элеваторах от скольжения цепей или ползунов, либо качения роликов по направляющим.
5. Сопротивление зачерпывания.

Таблица 68

Ковшечные элеваторы с непрерывными ковшами Görrel (фиг. 357)

Шаг цепи t мм	Ширина ковша B мм	Емкость двух ковшей в лит- рах при 100%/о наполнении	Производи- тельность, м ³ /час $n = 10$ об./мин. $\psi = 1,0$	Поперечн. сечение цеп- ной планки	Диаметр цеп- ного валика	Длина цепного валика в мм при числе цеп- ных планок				Вес одного комплекта в кг (2 ковша с цепью) при числе цепных планок			
						8	12	16	20	8	12	16	20
400	400	68	81,5	70×15	35	600	665	728	790	114	131	148	160
400	500	86	103	"	"	700	765	828	890	125	141	158	175
400	600	103	123,5	"	"	800	865	928	990	134	151	167	185
500	400	114	137	90×20	45	650	732	815	900	187	223	259	300
500	500	143	173	"	"	750	832	915	1000	200	235	272	310
500	600	172	206,5	"	"	850	932	1015	1100	211	248	284	320
500	700	201	241	"	"	950	1032	1115	1200	225	261	297	335
500	800	228	274	"	"	1052	1135	1217	1300	241	277	313	350
500	900	256	307,5	"	"	1152	1235	1317	1400	259	295	331	368
500	1000	286	342	"	"	1252	1335	1417	1500	270	306	342	380

Примечание. Производительность исчислена при четырехгранном барабане и 10 об./мин. приводного вала.

Сопротивления 2, 3 и 4 при наличии цепей определяются так же, как и на пластинчатых транспортерах; при наличии ленты сопротивление 3 можно найти из выражения [ч. I, 1932, ур-ние (84)]

$$W_3 = C \frac{\delta}{R_0} (S_{нб} + K\delta B), \quad (79)$$

где

$C = 0,5$ — постоянный коэффициент,

B и δ — ширина и толщина ленты в сантиметрах,

R_0 — диаметр барабана в сантиметрах,

$S_{нб}$ — натяжение набегающей на барабан ветви ленты,

$x = 1,3$ — постоянный показатель степени,

$K = 8$ кг/см² для резиновой ленты и 9 кг/см² для балатовой — постоянная величина, зависящая от рода ленты.

Величина сопротивления при зачерпывании, как показали упоминавшиеся уже опыты проф. Hanffstengel'я (см. фиг. 375), зависит от ряда факторов — рода перемещаемого материала, рабочей скорости цепей, в личины радиального и боковых зазоров и интервалов времени прохождения ковшей через башмак.

При низких скоростях коэффициент трения частиц материала приближается к коэффициенту трения покоя и сопротивление зачерпыванию возрастает; при очень больших скоростях зачерпывание происходит с толчками, плавность струи нарушается и сопротивление зачерпыванию тоже возрастает. Отсюда — существование некоторой оптимальной скорости (при которой сопротивление зачерпывания получается наименьшим), близкой по численной величине к 0,7 м/сек.

Для одной и той же рабочей скорости работа зачерпывания возрастает с увеличением расстояния между ковшами, и после известного предела сохраняет свою величину независимо от скорости. Это явление может

быть объяснено тем, что при близко составленных ковшах и непрерывном черпании материал не успевает приходиться в состояние покоя. Относительно рациональной величины зазоров указания были уже сделаны при рассмотрении конструкции башмаков.

В качестве средних цифр, на основании опытов проф. Hanfstengel'я, можно считать расход энергии на зачерпывание для кузнечного, котельного и крупного угля и для кокса, при скорости от 0,4 до 1,5 и 2,0 м/сек.

$$k=2-5 \text{ кгм/кг,}$$

меньшие значения для малых и средних скоростей и большие — для высоких скоростей. Соответственное добавочное сопротивление равняется весу материала на длине 1 пог. м, помноженному на k :

$$W_5 = k \cdot q, \quad (80)$$

соответственный расход мощности на головном валу

$$N_5 = \frac{1000Q \cdot k}{75 \cdot 3600} = \frac{Q \cdot k}{270} = \frac{q \cdot k \cdot v}{75} \text{ л. с.} \quad (81)$$

Более высокие цифры, полученные из наблюдения за работающими элеваторами, дает Hetzel, связывая расход мощности на зачерпывание с диаметром барабана.

При зачерпывании из башмака таких материалов, как уголь, зола, руда, камень и т. п., при скоростях ковшей, приведенных в таблице 6¹, сопротивление на зачерпывание 1 кг материала считается численно равным $12D_6'$ кг, где D_6' — диаметр нижнего барабана в метрах.

В быстроходных зерновых элеваторах с малым диаметром D_6' сопротивление зачерпывания считается $10 D_6'$, а для больших D_6' и скоростей по таблице: $62-6 D_6'$.

В элеваторах с непрерывными ковшами при скорости не выше 1,5 м/сек. работа, затрачиваемая на сообщение встречной струе материала скорости ковшей, равна работе подъема на высоту $(2-3) D_6$.¹ При аналогичных условиях питания ковшей, но возможности просыпания материала в башмак, затрачиваемая работа может возрасти в несколько раз.

Расход мощности на элеваторе можно определить путем последовательного нахождения сопротивлений на прямолинейных участках и отклоняющих блоках.

Часто вместо этого пользуются приближенными эмпирическими данными, учитывающими не только постоянные сопротивления на элеваторе, но и временные случайные сопротивления от заклинивания частиц материала в башмаке или между ковшем и кожухом.

Так, фирма Robins, определяя мощность для ленточных элеваторов с центробежной разгрузкой и ковшами, заполняемыми струей поступающего в них непосредственно материала, при малой и средней производительности (14—26 т/час), считает ее по „чистой“ работе подъема с двукратным запасом или, что то же, с коэффициентом полезного действия, равным половине

$$N = \frac{QH}{270\eta_0} \text{ л. с.,} \quad (82)$$

где $\eta_0=0,5$. По этой формуле мощность рассчитывается на приводном — трансмиссионном (первом от головного) валу. Мощность мотора принима-

¹ Следует заметить, что ввиду возможности в довольно широких пределах варьировать диаметры нижнего барабана, если не соблюдаются приведенные соотношения их с величиной рабочей скорости, расчетная величина сопротивления также может значительно меняться. В этом случае нет основания считать, что работа зачерпывания меняется пропорционально диаметру барабана.

ется с надбавкой еще 35—40%. Примерно такой же, но несколько меньший запас мощности принимает и Stephens-Adamson.

Сохранение постоянного коэффициента полезного действия η_0 приемлемо только для сравнительно узких пределов Q и H , так как с уменьшением их η_0 вообще уменьшается. Поэтому германская фирма Gröppel для своих элеваторов производительностью по углю от 5 до 200 т/час дает переменные коэффициенты мощности, приведенные в таблице 69, по которым мощность мотора находится из уравнения

$$N = xH, \quad (83)$$

а для элеваторов, высота которых меньше 15 м, из

$$N = xH + z \quad (84)$$

Таблица 69

К определению мощности мотора для элеватора (Gröppel)

Производительность т/час	5	10	20	30	50	75	100	125	150	200
Коэффициент x	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,65	0,80	0,95	1,10	1,35
z л. с.	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
к. п. д. η	0,07	0,12	0,18	0,22	0,31	0,43	0,46	0,49	0,51	0,55
к. п. д. η_0	0,10	0,16	0,24	0,29	0,41	0,57	0,61	0,66	0,68	0,73

В двух последних строках таблицы 69 приведены вычисленные значения к. п. д. всего элеватора η и элеватора без приводного механизма — η_0 , предполагая, что к. п. д. последнего равен 0,75. Из таблицы видно, что с увеличением производительности элеватора его к. п. д. возрастает довольно значительно.

Как показывает теоретическое исследование, выполненное Научно-исследовательским сектором НИИПТ,¹ выражение для мощности на головном валу элеватора может быть приведено к виду:

$$N_0 = \frac{QH}{270} \left[A + B \frac{q_0}{Q} v + C \frac{v^2}{H} \right]. \quad (85)$$

Множитель перед скобками представляет собой работу, затрачиваемую только на подъем груза (N_1), следовательно, выражение в квадратных скобках есть величина обратная к. п. д.

$$\frac{1}{\eta} = A + B \frac{q_0}{Q} v + C \frac{v^2}{H}. \quad (86)$$

Более детализированно уравнение (85) может быть переписано в следующем виде:

$$N_0 = \frac{QH}{270} \left[A_1 + \frac{A_2}{\operatorname{tg} \beta} + \left(B_1 + \frac{B_2}{\operatorname{tg} \beta} \right) \frac{q_0}{Q} v + C \frac{v^2}{H} \right] \text{ л. с.} \quad (87)$$

Значения коэффициентов A_1 , A_2 , B_1 , B_2 и C в зависимости от типа и конструкции элеватора приведены в таблице 70.

¹ Работа, выполненная инж. К. В. Алферовым, А. Д. Гридиным и Г. П. Истоминым цитируется здесь по рукописи.

Значение буквенных коэффициентов в ур-нии (87)

Типы элеваторов	A_1	B_1	C
Ленточные элеваторы с расставленными ковшами	1,13 — 1,14	1,5 — 1,6	0,20 — 0,25
Ленточные элеваторы с чешуйчатыми ковшами	1,13 — 1,14	1,2 — 1,3	0,6 — 0,7
Одноцепные и двухцепные элеваторы с расставленными ковшами	1,10 — 1,12	1,05 — 1,10	0,20 — 0,25
Одноцепные и двухцепные элеваторы с чешуйчатыми ковшами	1,12 — 1,13	0,75 — 0,80	0,6 — 0,7
Характер тягового и поддерживающих элементов	A_2	B_2	
Лента на поддерживающих роликах. Цепь на ходовых роликах. Цепь на поддерживающих роликах	0,08 — 0,10	0,45 — 0,50	
Цепь с опорными лапами (ползунами) по прокатным проводникам	0,25 — 0,30	0,3 — 0,4	

Для сравнения со структурой этих формул, приведем выражение для мощности, рекомендуемое американской фирмой Palmer-Bee

$$N_0 = \frac{1,1 G + 0,1 G_0}{75} \text{ л. с.} \quad (88)$$

Здесь G — вес материала, находящегося в ковшах грузной ветви элеватора,

$$G = \frac{QH}{3,6 v} \quad (89)$$

и G_0 — вес обеих его ветвей:

$$G_0 = 2 q_0 H. \quad (90)$$

Подставляя эти значения в ур-ние (88), находим

$$\begin{aligned} N_0 &= \frac{QH}{270} \left[\frac{270 \cdot 1,1}{3,6 \cdot 75} + \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 270}{75} \cdot \frac{q_0}{Q} v \right] = \\ &= \frac{QH}{270} \left[1,1 + 0,72 \frac{q_0}{Q} v \right]. \end{aligned} \quad (91)$$

Для получения N значение N_0 следует увеличить на 5% на каждую зубчатую передачу с фрезерованными колесами, на 10% — с литыми колесами и 10% — на цепную передачу. Как видно из сравнения последнего выражения с формулами НИИПТ, оно имеет такую же структуру, но несколько упрощенного вида, без последнего члена в квадратных скобках.

4. ЧИСЛЕННЫЕ ПРИМЕРЫ

1. Рассчитать вертикальный ленточный элеватор на производительность

$$Q = 300 \text{ т/час}$$

угля крупностью 12—25 мм ($\gamma = 0,8 \text{ т/м}^3$). Высота подъема

$$H = 22 \text{ м.}$$

Элеваторные ковши должны быть взяты ковкого чугуна типа А по нормам таблицы 4).

Скорость ленты для угля указанной крупности может быть принята до 2,5 м/сек. Для уменьшения износа ковшей и диаметра барабана принимаем скорость

$$v = 1,75 \text{ м/сек.}$$

Пользуясь таблицей 62, выбираем соответствующий этой скорости диаметр барабана

$$D_6 = 1000 \text{ мм.}$$

Число оборотов барабана

$$n_6 = \frac{60 v}{\pi D_6} = \frac{60 \cdot 1,75}{\pi \cdot 1,0} = 33,4 \text{ об./мин.} \quad (92)$$

Диаметр нижнего барабана принимаем равным

$$D_6' = 0,75 D_6 = 0,75 \cdot 1000 = 750 \text{ мм.} \quad (93)$$

Коэффициент наполнения ковшей при целесообразной конструкции башмака можно считать

$$\psi = 0,70 - 0,75. \quad (94)$$

Необходимая емкость ковшей на 1 пог. м ленты (погонная емкость) определяется из

$$V' = \frac{Q}{3,6 v \gamma \psi} = \frac{300}{3,6 \cdot 1,75 \cdot 0,8 \cdot 0,7} = 85 \text{ л/м}$$

По таблице 65, в которой помещены значения V' для стандартных ковшей по таблице 40, наибольшая емкость на 1 пог. м равна 67 л/м. Поэтому принимаем ленту двойной ширины с двумя рядами ковшей, расположенных в шахматном порядке (фиг. 368.) Погонная емкость одного ряда ковшей равна

$$\frac{V'}{2} = \frac{85}{2} = 42,5 \text{ л/м.}$$

Ближайшее подходящее значение из таблицы 65—41,5 л/м. Этому соответствует емкость ковша

$$i = 7,65 \text{ л}$$

и шаг ковшей

$$a = 432 \text{ мм.}$$

Размеры и вес ковша из таблицы 40

$$B \cdot A \cdot h = 407 \cdot 178 \cdot 184 \text{ мм,}$$

$$g_k = 6,04 \text{ кг,}$$

так что вес на 1 пог. м

$$q_k' = \frac{g_k}{a} = \frac{6,04}{0,432} = 14 \text{ кг/м.} \quad (95)$$

Сообразуясь с шириной ковша B , принимаем ленту шириной

$$B_n = 900 \text{ мм.}$$

Полагая предварительно, что лента имеет семь прокладок, находим ее вес из выражения

$$q_n = B_n (az + 1,4s) \text{ кг/м.} \quad (96)$$

Здесь

$a = 1,4$ мм — толщина ленты, приходящаяся на одну прокладку;

$s = 3$ мм — толщина обеих обкладок,

$z = 7$ — число прокладок.

Тогда

$$q_n = 0,9(1,4 \cdot 7 + 1,4 \cdot 3) = 12,6 \text{ кг/м,}$$

так что вес ковшевой ленты

$$q = 2q_n' + q_n = 2 \cdot 14 + 12,6 = 40,6 \text{ кг/м.} \quad (97)$$

Вес материала на 1 пог. м

$$q = \frac{Q}{3,6v} = \frac{300}{3,6 \cdot 1,75} = 47,7 \text{ кг/м.} \quad (98)$$

Полагаем, что барабан обтянут резиновой лентой и коэффициент трения на нем $f = 0,30$, тогда

$$s_{нб} \leq s_{сб} e^{f\alpha} = s_{сб} e^{0,3\pi} = 2,56 s_{сб}. \quad (99)$$

Для того чтобы тяговая сила могла передаваться без добавочного прижимающего усилия, создаваемого на натяжном устройстве, если положить предварительно сопротивление на нижнем барабане $W_n = 250$ кг, должно быть соблюдено условие [ср. с ур-ниями (63)—(65)]

$$(q + q_0)H + W_n \leq q_0 H e^{f\alpha} \quad (100)$$

или

$$(47,7 + 40,6) \cdot 22 + 250 \leq 40,6 \cdot 22 \cdot 2,56; \quad 2190 \leq 2300.$$

Таким образом, для создания достаточной силы трения на верхнем барабане, добавочное натяжение ленты не требуется. Для того чтобы увеличить запас силы трения на верхнем барабане, увеличить достаточное трение ленты о нижний барабан, обеспечить его вращение и создать условия плавного хода ленты, полагаем, что натяжное устройство затянута так, что в точке наименьшего натяжения I (фиг. 433)

$$S_1 = 200 \text{ кг.}$$

Натяжение в точке 2 получим, прибавив к S_1 сопротивление от трения в подшипниках, изгиба ленты и зачерпывания.

Первый вид сопротивления весьма невелик, так как натяжение обеих ветвей ленты частично компенсируется весом барабана (для $D_b = 750$ мм и $L_b = 1000$ мм G_b из таблицы 25, ч. I, равно 390 кг). Учитываем его и сопротивление изгибу ленты потерей в

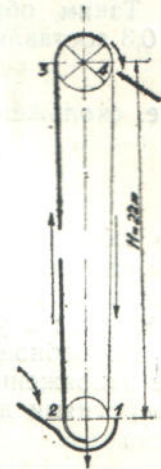
$$W_{1-2}' = 40 \text{ кг.}$$

Сопротивление зачерпыванию считаем, пользуясь данными Hanffstengel'я,

$$W_{1-2}'' = kq = 4 \cdot 47,7 = 190 \text{ кг.}$$

Тогда натяжение в точке 2

$$S_2 = S_1 + W_{1-2}' + W_{1-2}'' = 200 + 40 + 190 = 430 \text{ кг.}$$



Фиг. 433. Схема вертикального элеватора (к первому численному примеру).