

626  
11-31  
НКЗС — УСРР  
УПРАВЛІННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДЖЕННЯ І МЕЛІОРАЦІЇ

П РА Ц І  
УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ  
ГІДРОТЕХНІКИ ТА МЕЛІОРАЦІЇ  
(УНДІГІМ)

ТРУДЫ  
УКРАИНСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕ-  
ДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА  
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ

WORKS  
OF THE UKRAINIAN INSTITUTE FOR  
SCIENTIFIC RESEARCH IN HYDRO-  
TECHNICS AND MELIORATIONS

ТОМ III  
ВИПУСК III

С. В. СОКОЛОВСЬКИЙ

ПОЛИВ БОРОЗНАМИ ЗАТОПЛЕННЯ  
ГОРОДНІХ КУЛЬТУР



ДЕРЖАВНЕ ВИДАВНИЦТВО  
КОЛГОСІНОЇ І РАДГОСПНОЇ ЛІТЕРАТУРИ УСРР

6830

У  
626  
471

НКЗС — УСРР  
УПРАВЛІННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДЖЕННЯ І МЕЛІОРАЦІЇ

П РА Ц І  
УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ  
ГІДРОТЕХНІКИ ТА МЕЛІОРАЦІЇ  
(УНДІГІМ)

ТРУДЫ  
УКРАИНСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕ-  
ДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА  
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ

WORKS  
OF THE UKRAINIAN INSTITUTE FOR  
SCIENTIFIC RESEARCH IN HYDRO-  
TECHNICS AND MELIORATIONS

ТОМ III  
ВИПУСК III

С. В. СОКОЛОВСЬКИЙ

ПОЛИВ БОРОЗНАМИ ЗАТОПЛЕННЯ  
ГОРОДНІХ КУЛЬТУР

ЗА РЕДАКЦІЄЮ ДИРЕКТОРА ІНСТИТУТУ  
О. Т. ІВАНОВА

БІБЛІОТЕКА  
№ 6830

проверено  
1966 г.

О ДЕРЖАВНЕ ВИДАВНИЦТВО  
КОЛГОСПНОЇ І РАДГОСПНОЇ ЛІТЕРАТУРИ УСРР  
КИЇВ 1936 ПОЛТАВА

*Друкується на замовлення інституту*

Готували до друку:

Літредактор *А. Я. Вер*  
Техредактор *Г. Г. Аксьонов*  
Коректор *М. М. Матійко*

## ПЕРЕДМОВА

Питання боротьби з посухою, зокрема питання зрошувального землеробства, повинні, за директивами РНК УСРР і ЦК КП(б)У (постанова від 29/IX 1935 р.), набути провідного значення в системі роботи науково-дослідних установ Степу України.

Обслідування зрошуваних радгоспів, спостереження по колгоспах, проведені протягом останніх років, показали, що досі ще застосовують примітивні, неекономні, шкідливі способи поливу, як наприклад, болгарський.

УНДІГІМ (Український науково-дослідний інститут гідротехніки та меліорації), віддаючи в своїй тематиці значне місце саме питанням іригації, прагнучи до найщільнішого пов'язання з колгоспним і радгоспним виробництвом, вважає за необхідне висвітлити тепер одне з найважливіших питань зрошення в УСРР — саме техніку поливу і дати вказівки щодо запровадження поливу борознами затоплення, експериментально вивченими в системі УНДІГІМ'у.

Зауваження, побажання та поради з приводу цієї праці просимо надсилати до інституту (на адресу: Одеса, бульвар Фельдмана, № 7), щоб врахувати їх при продовженні дослідної роботи в цьому напрямі.

*Дирекція інституту*

## Топографія і ґрунтова характеристика ділянки Кам'янської станції

Кам'янський<sup>1</sup> опорний пункт розташований біля с. Кам'янки на першій лесовій терасі Дніпра. Рельєф ділянки опорного пункту дуже спокійний: переважають спади близько 0,001 і не більше 0,002. Тільки в окремих місцях є невеликі ділянки підвищеного спаду до 0,003. Ділянка в подовжньому напрямі поділена ґрунтовим шляхом Кам'янка-Білозерка. В косому напрямі відносно шляху, під кутом 80°, ідуть ряди колишніх межників, що поділяли в минулому окремі ділянки односібних селянських господарств, на місці яких розташована ділянка опорного пункту.

Ці межники, висотою до 20—30 см, порівняно з найбільш зниженими ділянками між ними, створюють дуже нерівний мікрорельєф з місцевими спадом, куди значнішими, ніж загальні спади, що виникли природним шляхом. Наявність цих межників змусила провести на ділянці попереднє легке планування, що зроблено з допомогою дошки, поставленої на ребро і переміщуваної двома кінцями.

На рисунках 1 і 2 показаний план усєї площі дослідного поля Кам'янського опорного пункту в цілому, із зазначенням місця розташування дослідів по техніці поливу, схематичний план дослідних ділянок і результати механічного аналізу ґрунту.

У таблиці 1 наведені середні позначки дна борозен, за якими можна скласти уявлення про ступінь вирівнювання мікрорельєфу, досягнутого в результаті планування.

Як видно з таблиці 1, максимальна різниця позначок загалом не перевищує 0,10 м, за винятком діляночок 8 і 7, для яких максимальна різниця позначок доходить до 0,238 м. Проте, діляночки 7 і 8 не можуть бути названі безспадними: на першій частині їх довжини є слабо виявлений поверхневий протиспад, а на другій частині— дуже помітний прямий спад. Це треба вважати за одну з причин того, що рух води на цій ділянці був взагалі повільніший, ніж на ділянках 1—3.

Ґрунт дослідної ділянки Кам'янського опорного пункту— легкосуглинистий чорнозем, іноді слабо-солонцюватий. Вміст гумусу— до 2%. Товщина гумусових горизонтів (А+Б)= 50 см. Далі йде

<sup>1</sup> Досліди, що стали підставою для складення цієї роботи, були проведені УНДГІМ'ом у 1934 р. на Кам'янській зрошуваній ділянці.

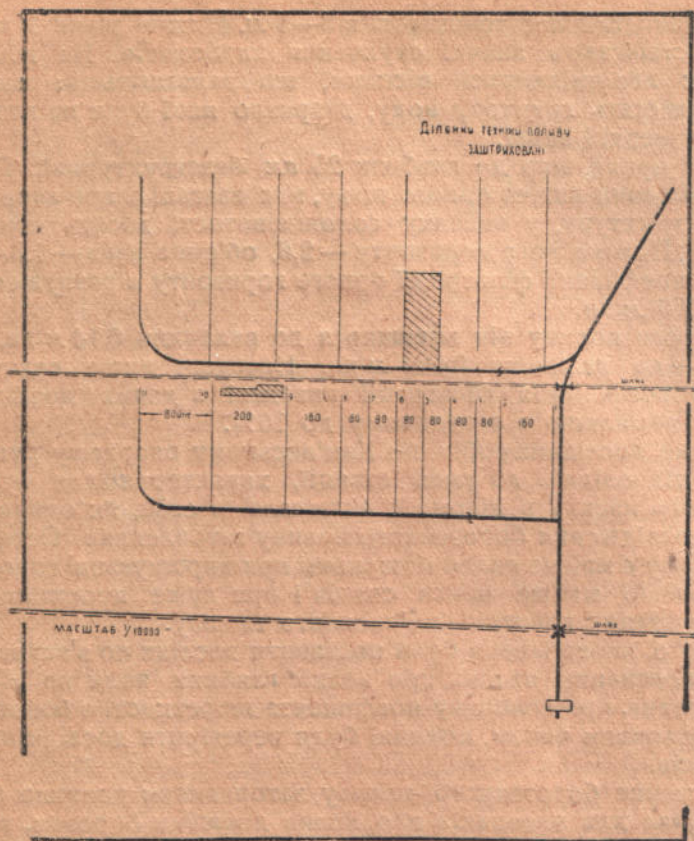


Рис. 1. Схема зрошувальної сітки Кам'янської дослідно-зрошувальної станції.

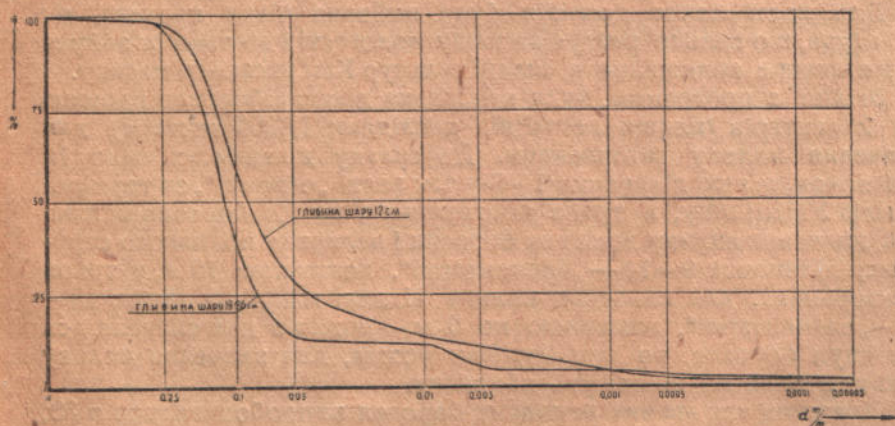


Рис. 2. Механічний аналіз ґрунту Кам'янської зрошувальної ділянки.

легко суглинистий лес товщиною в 3—5 м. Нижче рівня 1 метра в лесі спостерігають значні скупчення карбонатів. На глибині 3,5—5,5 м лес змінюється пісками, що залягають на значну глибину і містять ґрунтову воду, дзеркало якої буде на глибині 10 м від поверхні землі.

Верхній орний шар до глибини 25 см безструктурний. Горизонт, розміщений нижче орного шару, має взагалі слабо виявлену зернисту структуру, у випадку солонцюватості досить яскраво шарувату. Питома вага горизонту — 2,6, об'ємна вага — 1,3—1,4. Сумарний коефіцієнт фільтрації орного горизонту в розпушеному стані — 0,266 м/хв.

До п'ятого поливу він зменшився до величини 0,14 м/хв. і до дев'ятого — до величини 0,092 м/хв. Наведені вище величини сумарного коефіцієнта фільтрації виведені з даних досліду з імовірною помилкою в середньому до 10%.

Програма дослідних робіт по Кам'янському опорному пункту, складена відповідно до умов станції, характерна для всього Кам'янського масиву в цілому і включала в себе, як основний елемент, дослідження борозенного поливу затопленням. Останній спосіб поливу є майже єдино можливим при вирощуванні городніх культур, якщо майже немає спадів і при дуже проникних та легко розмиваних ґрунтах Кам'янського масиву.

Крім того, передбачено було поставити досліди по з'ясуванню деяких теоретичних питань про вплив глибини води на швидкість вбирання, про величину коефіцієнта шорсткості в борознах. Останні, головним чином, повинні були перевірити досліди попередніх років.

Дослідження борозенного поливу затопленням повинно було дати матеріал для висновків про вплив довжини борозни, величини струменя, що подається в одну борозну, вплив віддалі між борознами на режим вологості ґрунту і, в зв'язку з цим, розвиток рослин і врожай.

Для поставлення дослідів була вибрана пізня капуста, як культура, що сильно реагує на зміну вологості і до того ж займає дуже значне положення в складі культур Кам'янського масиву.

Згідно з програмою, була закладена ділянка борозен площею до 2 гектарів (площа нетто під дослідями 1,8360 гектара) для вивчення поливу затопленням. До складу ділянки входило 16 діляночок, з них діляночки 1—8 — так звані „основні“, за термінологією УНДІГІМ'у, в трьох повтореннях, по 12 борозен кожна, для вивчення впливу довжини борозни і величини поливного струменя; діляночки 9—14 — „елементарні“, довжиною 10 м, у трьох повтореннях, для вивчення впливу віддалі між борознами; 19—20 — „елементарні“, довжиною по 5 м, — кожна з них складається з 9 груп борозен, по три борозни кожна, для вивчення впливу глибини води на швидкість вбирання.

Довжини так званих основних борозен випробовувалися в 30, 60 і 90 м, при ширині межирядь в 1 м. Щодо елементарних



## Середні відмітки дна борозен

№ ділячок	№ повторно-стей	Віддаль у метрах											Мак-сим. пере-виш.											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		110	120									
1	1	1016	1008	924	914	948	937	923	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102	
	2	967	951	954	955	930	954	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	
	3	883	916	949	960	939	919	960	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77
2	1	894	911	971	965	941	938	951	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77
	2	879	929	905	891	872	884	883	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
	3	858	866	844	858	828	850	846	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
3	1	836	834	825	834	814	827	822	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
	2	786	827	819	825	792	812	797	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41
	3	821	847	808	775	764	802	762	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85
4	1	1000	1025	1021	1041	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41
	2	1061	1091	1049	1062	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42
	3	1045	1059	1076	1085	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
5	1	1039	1035	1087	1011	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
	2	976	962	969	962	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39
	3	941	951	939	912	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
6	1	923	912	924	905	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
	2	898	876	886	901	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42
	3	874	863	870	832	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42
7	1	1439	1444	1424	1439	1448	1442	1448	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101
	2	1430	1431	1457	1500	1501	1482	1488	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	163
	3	1504	1468	1488	1556	1531	1538	1555	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	189
8	1	1567	1545	1570	1500	1578	1586	1586	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	238
	2	1439	1299	1440	1422	1488	1454	1442	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	225
	3	1602	1560	1564	1583	1576	1609	1614	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120

борозен для вивчення міжборозенної віддал, іто ця віддаль була прийнята в 0,7—1—1,2 м.

Нижче наводимо схему дослідів, подану в таблиці 2, і схематичний план діляночок.

Таблиця 2

№ ділянки	№ діляночки	Питання, що вивчаються	Довжина діляночок в м	Число борозен	Число пов. торень	Виграта в борозну м/сек.	Глибина оранки в см
1	1	Борозни загопленням	60	12	3	2	18
	2		60	12	3	3	18
	3		60	12	3	3	30
	4		30	12	3	3	18
	5		30	12	3	2	18
	6		30	12	3	3	30
	7		90	—	4	3	18
	8		90	—	2	2	18
	9		Борозни затопл. віддал.	10	12	3	2
	10	" " "	10	12	3	2	30
	11	" " "	10	12	3	2	30
	12	" " "	10	12	3	2	30
	13	" " "	10	12	3	2	18
	14	" " "	10	12	3	2	18
	19	Елемент борозни	5	3	9	—	30
	20		5	3	9	—	18

Діляночки 3, 6, 9, 10, 11 і 19 закладені на глибшій оранці в 30 см (перевал під сад), всі інші — на оранці в 18 см. Закладення дослідів було проведене перед плануванням ділянки, проведеним з допомогою дошки, поставленої на ребро.

Тяга здійснювалась двома або трьома кіньми. Планування відіграло значну роль щодо вирівнювання мікрорельєфу, що сприятливо позначилось на проведенні поливу. Проте, планування мало і несприятливі наслідки, створивши деяку строкатість фону. Це почасти компенсувалося тим, що кожна діляночка при значній ширині в 36 м повинна була захопити, як межники із зменшеною глибиною рихлого горизонту, так і заповнені при вирівнюванні западини.

Умови вегетації висадженої капусти в 1934 р. були дуже несприятливі: висока температура при дуже малій хмарності і зовсім незначних опадах. Крім того, якість розсади була також не цілком задовільна: розсада на Кам'янському опорному пункті була неоднорідна, і кращі екземпляри були вже раніше відібрані для інших дослідів. Нарешті, сюди була додана ще така обставина, як неакуратне давання води насосною станцією радгоспу Укрсадовинтресту, що обслуговує дослідний пункт. Це змусило перервати післяпосадковий полив і було причиною масової

загибелі розсади на ділянках 7 і 8, а також на елементарних ділянках 9, 10 і 11. Це позначилось також і в тому, що посадковий полив і висадка культури були розтягнуті на довгий строк 21—25/VI і 3/VII. Висадка розсади і без того запізнилася, тому відтягування її мало особливо несприятливий вплив і призвело до того, що результати дослідів не всіх ділянок можна порівнювати. При закладенні дослідів був складений такий календарний план поливу:

Перший посадковий полив . . . . .	19/VI—24/VI	400 м <sup>3</sup> /га
Другий підсадковий „ . . . . .	26/VI —31/VI	„
Третій полив . . . . .	6/VII—11/VII	„
Четвертий „ . . . . .	15/VII—20/VII	„
П'ятий „ . . . . .	30/VII — 4/VIII	„
Шостий „ . . . . .	10/VIII—15/VIII	„
Сьомий „ . . . . .	18/VIII—23/VIII	„
Восьмий „ . . . . .	30/VIII— 3/IX	„
Дев'ятий „ . . . . .	10/IX—15/IX	„
Десятий „ . . . . .	25/IX—30/IX	„
Одинадцятий полив * . . . . .	7/X—11/X	„

Через неполадки на насосній станції цей календар поливів не був виконаний. Справжні строки поливів подані в наведеній нижче таблиці:

#### Д і л я н к а 1

Перший полив . . . . .	19/VI—21/VI	456 м <sup>3</sup> /га
Другий „ . . . . .	26/VI—2/VII	350 „ „
Третій „ . . . . .	10/VII—13/VII	375 „ „
Четвертий „ . . . . .	23/VII—25/VII	440 „ „
П'ятий „ . . . . .	9/VIII—13/VIII	558 „ „
Шостий „ . . . . .		
Сьомий „ . . . . .	30/VIII—1/IX	524 „ „
Восьмий „ . . . . .		
Дев'ятий „ . . . . .		
Десятий „ . . . . .	3/IX—6/X	559 „ „
Одинадцятий полив		

Поливи шостий, восьмий і дев'ятий не відбулися, бо в цей час випали великі дощі і, скориставшись з цього, насосна станція стала на ремонт.

Полив одинадцятий не відбувся, бо насосна станція Укрсадовинтресту припинила роботу.

Для наочнішого уявлення, за даними, наведеними вище, складений графік сумарних поливних витрат, що збігається з сумарною кривою опадів (рис. 3).

При побудові кривої опадів взяті за наведеною таблицею у переводі на м<sup>3</sup>/га.

Таблиця 3  
Опади за літні місяці

Місяць	Число	м <sup>3</sup> /га
Червень . . . . .	2	3,5
	4	0,3
	13	3,7
	23	3,0
Липень . . . . .	4	1,5
	6	1,5
	24	11,6
	27	5,4
Серпень . . . . .	31	5,1
	16	1,0
	17	37,8
	18	2,4
Вересень . . . . .	19	1,0
	—	56,0

Розглядаючи графік, можна зробити висновок, що поливи дуже відстають порівняно до плану: вже на п'ятий полив це відставання для першої ділянки становить 10 днів і для другої—15.

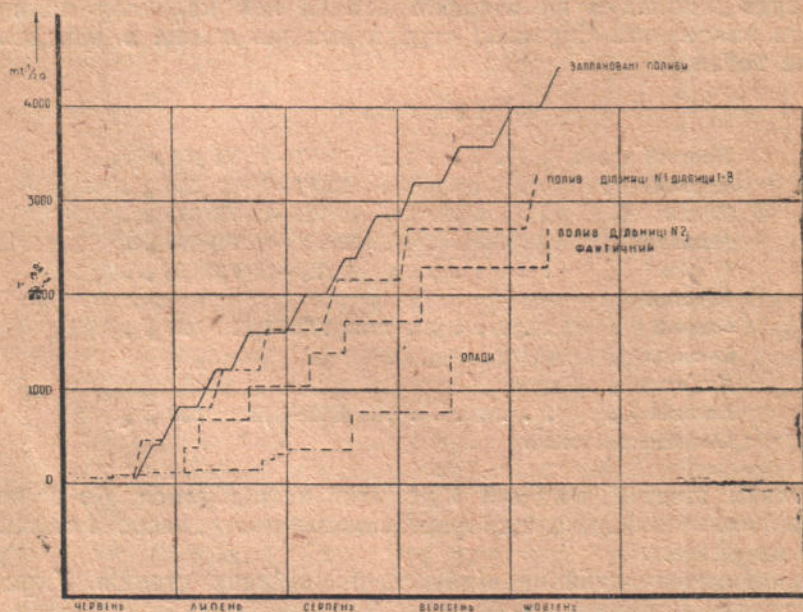


Рис. 3. Сумарний графік поливів.

Загальна кількість води при обліку опадів дорівнює прийнятій нормі 4400 м<sup>3</sup>/га за зрошувальний період.

Проте, розподіл цієї води такий, що на період останнього поливу—на вересень—припадає замість трьох поливів—один дощ.

Таким чином, треба визнати, що графік фактичного зрошення має великі дефекти, викликані умовами роботи насосної станції Укрсадовинтресту, що, безумовно, шкідливо позначилися на розвиненні культури й на одержаному врожаї.

Перебої в подачі зрошувальної води в моменти висадки розсади, як ми вже зазначали, призвели також до значного процента загибелі розсади, що можна ілюструвати такою таблицею:

Таблиця 4

№ діляночки	Повторення	% підсадки
7	III	5,4
7	III	6,7
7	IV	13,7
8	III	83,3
9	I	15,2
9	II	14,8
9	III	15,6
10	I	77,5
10	II	31,7
10	III	22,3
11	I	8,7
11	II	17,4
11	III	19,5

Проте, процент підсадки є тільки зовнішній показник стану висадженої розсади і, безумовно, треба вважати, що життєдіяльність уцілілих рослин на діляночках, що найбільше постраждали, була також дуже знижена.

Тому ми вважаємо, що діляночка 7—III, 7—IV, 8—II, а також 9—11 і 12—14, на яких висадка розсади проведена в найбільшу спеку, з деяким запізненням, і розсада несвоєчасно полита, треба виключити при виведенні найефективніших розмірів борозни та поливного струменя, бо їх результати не можна порівнювати з результатами дослідів на діляночках 7—11, 7—1, 8—1, на яких висадка розсади була проведена в більш сприятливих умовах.

Треба відзначити, як фактор, що знижує врожай, напад на капусту попільниця, блохи та гусені капустяної совки, від яких культура помітно постраждала, а також значне поширення так званої „чорної ніжки“, що викликало великий процент загибелі кущів.

Протягом вегетаційного періоду п'ять разів проведено розпушення ґрунту: після другого, третього, четвертого, п'ятого і шостого поливу. Перше розпушення проведено кінним просапником з дальшим підгортанням сапками, всі інші—лише сапками. Боротьба з шкідниками провадилась обризуванням рослин і

обмиванням розчином зеленого мила з анабазином, а також шляхом збирання гусені.

На підставі зазначеного вище, в дальшому викладі, розглядаючи варіанти поливу з борознами затоплення, ми в основному будемо орієнтуватися на діляночки 1—6, 7, перше повторення і 8—друге і третє.

### Досліди по питанню впливу довжини борозен і величини струменя, що йде в одну борозну, на розподіл вологи і врожай

Схема досліду наведена вище в таблиці 4. Щодо методики постановки спостережень, то вона в основному зводилась до того, що всі поливи за характером спостережень були поділені на дві категорії. При проведенні поливів першої групи спостереження провадилися за повною схемою. Сюди відносяться поливи перший, п'ятий і десятий. При проведенні поливів другої групи спостереження провадилися за скороченою схемою. Повна схема спостережень мала в собі: спостереження за рухом поливального струменя, облік поливної води, складання обрисів ділянок, складання розрізів ґрунту, дослідження вологості ґрунту. Скорочена схема включала в собі спостереження за рухом поливального струменя, облік поливної води, ведення обрисів ділянок. Поливна норма була прийнята в 400 м<sup>3</sup>/га і, відповідно до цього, було підраховано тривалість поливу кожної ділянки. Згідно з інструкцією, якщо при зазначеній поливній нормі вода не встигала доходити до кінця ділянки, поливна норма збільшувалась. Фактично ж на деяких діляночках поливна норма в перші два поливи була зменшена: діляночка 1—полив 2, діляночка 2—полив 3, діляночка 3—полив 1 і 2, діляночка 4—полив 1, повторення 1—2, полив—2, і діляночка 5, повторення 1 і 3 і дослід 2. На кінець зрошувального періоду норми, навпаки, набагато зросли, так що загальна кількість води, вилитої за зрошувальний період, перевищила норму в середньому на 16,5%.

По окремих діляночках поливні фактичні норми подані такою таблицею, де для порівняння наведені також теоретичні поливні норми, що відповідають нормі 400 м<sup>3</sup>/га (табл. 5).

Теоретична зрошувальна норма за 7 поливів становить для діляночок:

1—3 . . . . .	202 м <sup>3</sup>
4—6 . . . . .	101 "
7—8 . . . . .	303 "

Таким чином, процент відхилення від теоретичної зрошувальної норми становить по діляночках:

1—мілка оранка струмінь 2 л/сек . . . . .	+14,5%
2— " " " 3 " . . . . .	+10,0%

3 — глибока оранка струмінь 3 л/сек. . . . .											+28,0%
4 — мілка " " 3 " . . . . .											+ 8,5%
5 — мілка " " 2 " . . . . .											+ 0,0%
6 — глибока " " 3 " . . . . .											+ 9,2%
7 — мілка " " 3 " . . . . .											+32,0%
8 — " " 2 " . . . . .											+27,0%

Підсумувавши наведені вище дані, можна відзначити, що зміна величини струменя в зазначених межах практично не відбивається на величині зрошувальної норми,— глибока оранка обумовлює збільшення поливної норми при довжині в 30 м на 5%, або при довжині в 60 м на 10%, що компенсується збільшенням урожаю, як це буде видно далі.

Таблиця 5

№№ ділячочок	№№ повторень	Теоретична поливна норма	№№ поливів								Зрошувальна норма в м <sup>3</sup>	
			1	2	3	4	5	7	8—9	10		
1	1	28,8	29,15	16,9	29,5	27,3	38,5	40,6	—	51,5	233,45	
	2		33,10	20,5	33,1	32,7	37,1	47,0	—	29,5	233,00	
2	3	"	41,40	18,7	27,7	28,4	38,1	33,1	—	42,9	230,30	
	1		32,0	19,8	25,2	32,0	33,5	27,7	—	30,2	200,22	
	2		31,25	24,1	31,2	33,1	42,5	32,0	—	40,2	234,35	
3	3	"	35,85	26,0	32,4	31,6	44,6	29,5	—	36,0	234,55	
	1		33,60	24,5	37,1	38,5	41,5	41,5	—	44,4	263,10	
	2		36,10	24,5	33,1	33,8	42,5	41,7	—	36,7	245,40	
4	3	"	31,00	25,1	33,5	46,6	45,0	37,5	—	42,5	266,20	
	1		13,15	10,4	12,9	15,6	16,5	14,7	—	17,6	98,85	
	2		14,4	13,7	14,4	15,1	20,5	19,4	—	27,7	124,10	
5	3	"	11,90	13,0	14,0	13,3	18,7	16,9	—	17,3	105,10	
	1		13,0	12,6	14,4	12,6	13,0	15,6	—	18,0	99,20	
	2		14,75	13,25	13,7	14,8	15,8	14,0	—	15,1	101,40	
6	3	"	13,70	11,5	14,4	15,8	15,3	13,6	—	17,3	101,60	
	1		14,05	16,6	16,2	15,8	15,8	13,0	—	18,4	109,85	
	2		14,4	15,4	14,0	16,2	16,2	15,4	—	17,3	108,90	
7	3	"	16,2	16,6	15,1	15,4	15,5	15,1	—	19,0	112,20	
	1		43,3	51,8	42,5	43,1	49,4	66,6	69,5	—	69,0	391,90
	2		44,6	43,2	44,3	37,1	77,3	65,0	—	63,3	374,80	
8	3	"	43,6	39,6	45,0	42,1	57,2	60,0	—	56,0	343,50	
	4		57,0	40,0	46,5	49,3	78,2	62,3	—	70,3	403,60	
	1		47,9	38,9	42,5	47,2	62,0	59,0	—	58,0	355,50	
8	2	"	66,3	40,7	57,6	50,0	52,2	65,5	—	67,7	400,00	

Збільшення довжини до 30 м збільшує незначно зрошувальну норму на 5—10%, збільшення довжини до 60 м збільшує норму на 10—30%. При довжині борозен в 90 м нижчою границею збільшення зрошувальної норми треба вважати 50%.

До цього треба додати, що з вини водоїгної станції Укрсад-вентресту число поливів скорочено, при чому скорочувалися останні поливи: 6, 8, 9, 11, тобто саме ті, для яких поливна норма була б значно більша від теоретичної величини. В бік зменшення поливної норми повинно було впливати також трохи

послаблене розвинення рослин, пов'язане з несприятливими умовами розвитку їх у 1934 р. Таким чином, в умовах нормальних — при цілком витриманій схемі поливів і нормальному розвиненні рослин — зазначені вище відхилення від теоретичної поливної норми ще більше зросли б і вплив довжини борозен позначився б ще більш різко.

Тому ми вважаємо, що для рослин, які сильно закривають борозну, як капуста рання і особливо пізня, або помідори при культурі без тичок, нормальна довжина безспадних борозен з умов економії поливної води та прискорення проведення поливу повинна бути прийнята близько 30 м. Навпаки, для рослин, що не закривають борозни, як сині баклажани і перець, довжина борозен при ретельному плануванні може бути прийнята до 90 м без збільшення надмірно поливної норми і тривалості поливу.

При поливі по борознах із спадом, із скидом, довжина борозен може бути дуже сильно збільшена. Так, навіть при довжині 120 м при середньому спаді близько 0,003, зрошувальна норма була меншою від теоретичної в середньому на 5%.

Поливні струмені в 2 і 3 л/сек. в розумінні витрачання поливної води здавалися рівноцінними. Ми віддаємо перевагу поливному струменеві в 2 л/сек., бо проведення поливу з ним легше. При 3 л/сек. спостерігалось помітне переповнення борозен (на початку) при глибині їх в 20 см.

Можна відзначити, що, починаючи з сьомого поливу, застосовувалось, як захід, що сприяє зменшенню поливної норми, зменшення струменя на ділянках довжиною 60 м з 2 і 3 л/сек. і до 1 л/сек. Як і в 1932 р., на поливних городах ПТУ в Херсоні цей метод дав позитивні результати: при помітному збільшенні часу поливу поливна норма була все таки зменшена. Пояснення цього явища треба шукати ось у чому: при поливі меншим струменем він рухається по зниженій частині борозни, більш ущільненій, тому вбирання води значно слабше.

Крім того, в даному разі зменшення гідравлічного радіуса компенсується почасти зменшенням шорсткості, бо струмінь проходить під листям рослин, не дотикаючись до них. Ми вважаємо, проте, що цей метод зменшення поливної норми має посутній дефект. Зменшення струменя, що йде в одну борозну, при зберіганні незмінного поливного струменя, яким працює поливальник, викликає збільшення числа одночасно працюючих борозен і, отже, ускладнює розподіл води. Так, при поливному струмені в 12 л/сек. замість 6 борозен на поливальника припадатиме 12 борозен, що при відсутності достатньої навички призведе до нерівномірного водорозподілу і зведе на нівець економію води.

Полив провадився постійним поливним струменем — 6 л/сек. поділений на 2, 3, або 6 борозен, залежно від величини струменя, що його пускали в одну борозну.

При цьому фіксували час добігання струменя на віддаль 10, 20, 30, і т. д. метрів. Повний час добігання, обчислений для



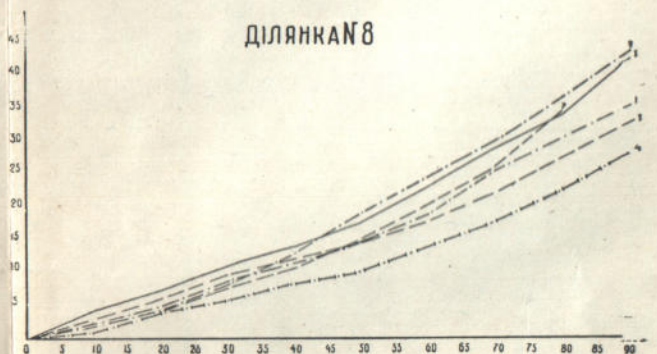
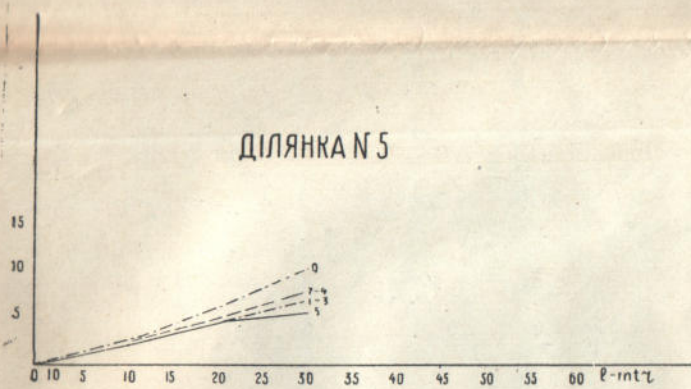
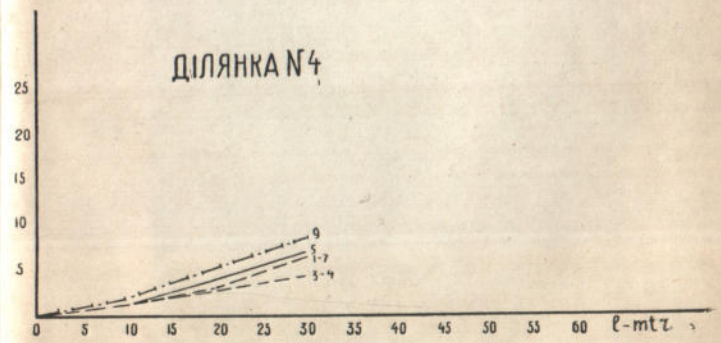
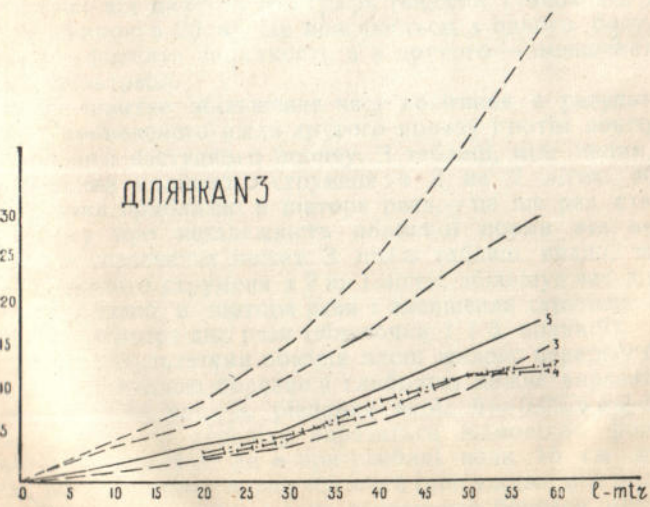
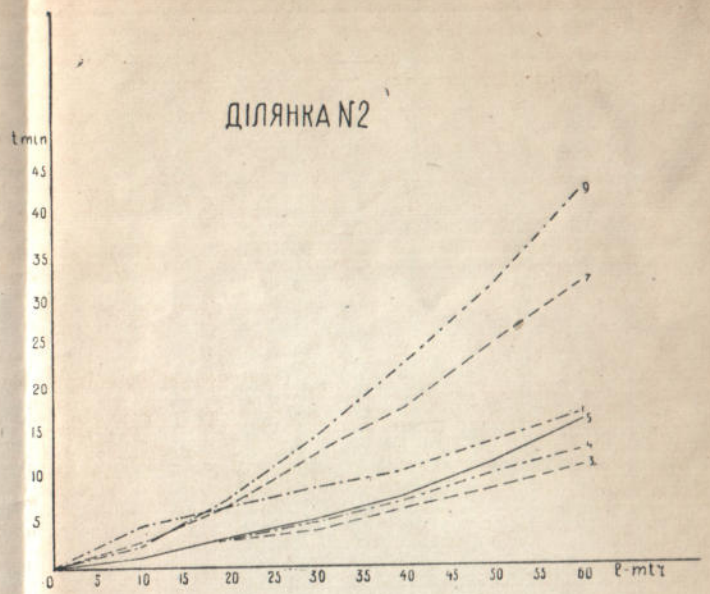
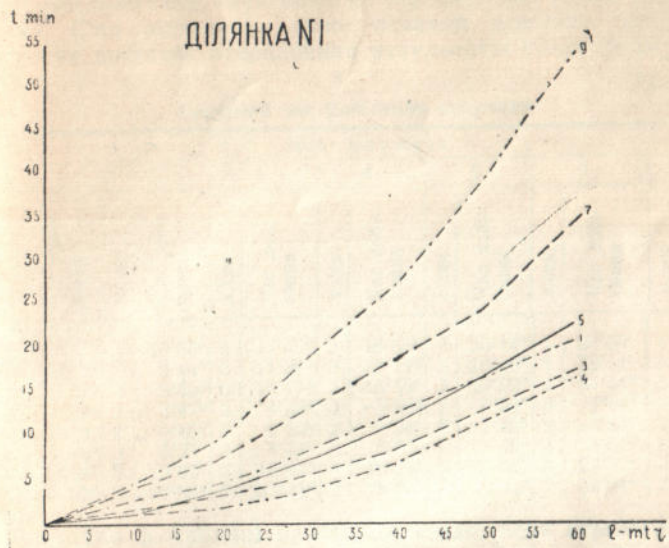


Рис. 4. Криві добигання,—графік руху води по борознах.

трьох повторень кожної діляночки безспадної ділянки як середня величина, поданий у таблиці 6. Там же наведені середні величини добігання для ділянки із спадом. Крім того, на графіку 4 наведені криві добігання, вирисовані по середніх для трьох повторень точках. Слід відзначити дуже плавний характер кривих, що вказує на достатнє осереднення результатів спостережень.

Середній час добігання струменя

Таблиця 6

		№№ поливів													
		1		2		3		4		5		7		9	
№№ діляночок	л/сек.	Час добігання		л/сек.		Час добігання		л/сек.		Час добігання		л/сек.		Час добігання	
		л/сек.	Час добігання	л/сек.	Час добігання	л/сек.	Час добігання	л/сек.	Час добігання	л/сек.	Час добігання	л/сек.	Час добігання	л/сек.	Час добігання
1	2	21'17"	2	10'55"	2	17'45"	2	16'58"	2	23'14"	1	37'53"	1	53'54"	
2	3	17'29"	3	9'44"	3	11'36"	3	13'11"	3	16'40"	1	32'14"	1	43'56"	
3	3	13'37"	3	9'40"	3	16'17"	3	16'19"	3	19'09"	1	31'44"	1	53'46"	
4	3	5'50"	3	3'47"	3	4'55"	3	5'03"	3	6'03"	3	7'08"	3	9'41"	
5	2	7'00"	2	5'46"	2	6'59"	2	7'26"	2	7'45"	2	7'53"	2	10'25"	
6	3	9'40"	3	5'23"	3	5'43"	3	5'38"	3	5'46"	3	5'51"	3	7'57"	
7	3	22'16"	3	15'07"	3	16'02"	3	19'11"	3	30'09"	3	27'52"	3	27'17"	
8	2	36'09"	2	20'08"	2	32'31"	2	28'03"	2	42'42"	2	34'28"	2	42'47"	

Як видно з таблиці 6, час добігання після першого поливу різко спадає: цифри четвертої граfi майже в усіх випадках вдвоє менші від цифр другої граfi (виняток становлять ділянки 4—6, довжиною в 20 м). Це пояснюється, з одного боку, зменшенням коефіцієнта шорсткості, а з другого — зменшенням коефіцієнта фільтрації.

Дальше швидке збільшення часу добігання є результат підпущення, проведеного після другого поливу і потім повторюване після кожного наступного поливу. З таблиці, між іншим, видно, що зменшення поливного струменя з 3 на 2 л/сек. збільшує час добігання приблизно в півтора рази, — це ще раз стверджує нашу думку про незалежність поливної норми від величини струменя в зазначених межах. З цієї ж таблиці видно, що зменшення поливного струменя з 2 на 1 л/сек. збільшує час добігання тільки, приблизно, в півтора рази і зменшення струменя з 3 до 1 л/сек. — у півтора-два рази (діляночки 1 і 3, полив 7).

Згідно з результатами обмірів площ живого перерізу борозен зв'язок між шириною борозни і глибиною можна виразити кривою, поданою на рис. 5, рівняння якої:  $h = 0,0276 b + 0,006 b^2$ .

Площа живого перерізу виразиться відповідно формулою:  $\omega = 0,0139 b^2 + 0,004 b^3$  де  $\omega$  при глибині води 15 см дорівнює 465 см, що відповідає нормі 465 м<sup>3</sup>/га (при віддалі між борознами в 1 м). Таким чином, нормальне наповнення борозен при повній нормі 400 м<sup>3</sup>/га можна вважати в 15 см.

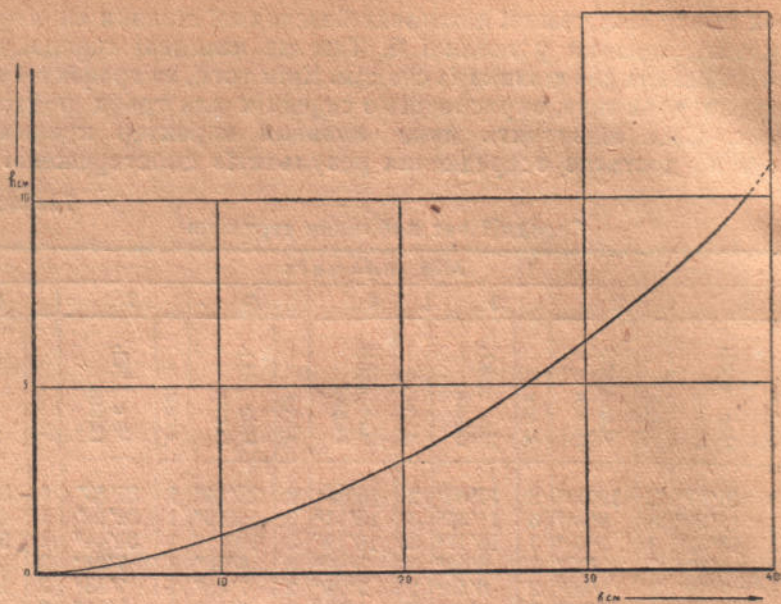


Рис. 5. Осереднений поперечний переріз борозни.

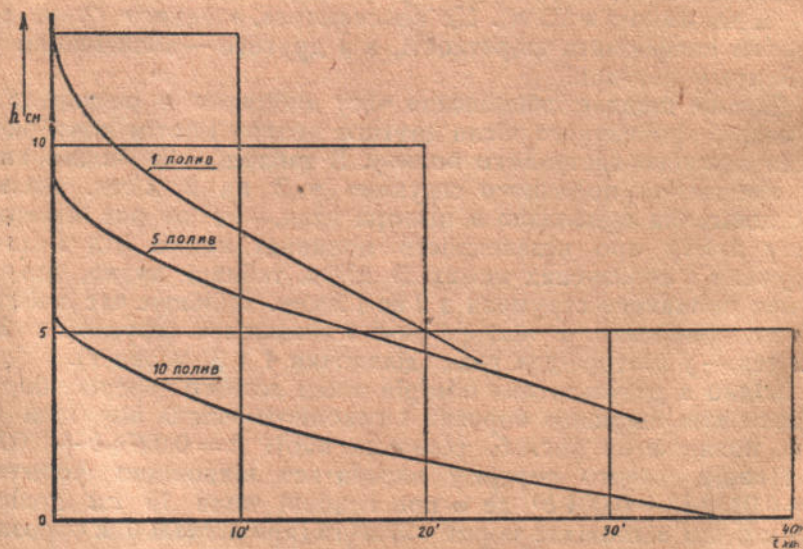


Рис. 6. Криві зниження рівня води.

Припустимо, що середній час перебування води на борозні до моменту добігання дорівнює половині часу добігання, тоді для борозен довжиною 30 м середня тривалість перебування води буде для першого поливу 3,5'—3', для другого—2,5'—2'. Потім середня тривалість води поступово зростає до 4'—5' при поливі № 10. Аналогічно для борозен довжиною в 60 м дістанемо відповідно 10'—9,5' і 11,5'—8' і для борозен в 90 м 18'—11', 10'—7' і 20'—15'. Звертаючись тепер до графіка 6 кривих зниження рівня води в борозні, дістанемо для першого і останнього поливів:

для борозен довжиною	30 м	зниження рівня:	3,5—3	і	1,5—1,7 см
"	"	"	60 "	"	"
"	"	"	90 "	"	"
					5,7—5,5 і 2,9—2,3 "
					7,9—6 і 4—3,4 "

Це відповідає кількості ввібраної води:

для борозен довжиною	30 м	від	23—20%	до	10—11%
"	"	"	60 "	"	38—37% до 19—15%
"	"	"	90 "	"	53—40% до 27—23%

Таким чином, для діляночок довжиною 30 м можна чекати протягом зрошувального періоду коливання вологості в 25—10% від середньої величини. Для борозен довжиною в 60 м—ця величина становитиме 40—15%, для борозен довжиною 90 м—55—25.

Справжня картина розподілу вологи по довжині діляночок ускладнюється впливом мікрорельєфу, що часто буває значнішим, ніж вплив часу добігання (особливо це повинно позначитися на ділянках довжиною 30 м).

На рисунках 7-а—7-в наведені профілі зволоження, зняті на другий день після поливів 1, 5 і 10. Грунт Кам'янської ділянки відрізняється високим ступенем проникності, тому деякі контури, зняті на другий день, настільки втратили виразність обрисів, що відзначити нижню границю вологості не було можливості.

Звертаючись до розглядання рисунків, можемо відзначити таке: на ділянках довжиною 30 м (рисунки 7-а, 7-б, 7-в), розрізи, проведені після першого (рис. 7-а) поливу, показують дуже сильне промочування, суцільне з'єднання контурів вологості. Сухими лишаються лише окремі гребені межирядь. Розрізи, проведені після п'ятого поливу (рис. 7-в), показують закономірне зменшення вологості від початку до кінця, крім розрізів діляночок 5, де вплив часу добігання знівельовано впливом мікрорельєфу. Розрізи, проведені після поливу № 10 (рис. 7-б) не показують закономірного зменшення вологості (крім розрізів на ділянці 4). Ця невідповідність між розрізами 5-го і 10-го поливів пояснюється тим, що розрізи проведені на різних борознах.

Розрізи, проведені на ділянках 1—3 (рисунки 8-а, 8-б, 8-в) показують рівномірне зменшення вологості від початку до кінця, особливо яскраво виражене на розрізах діляночки 3, знятих після 5-го поливу (рис. 8-б). Добре помітне також зменшення зволоження на кінці діляночок 1 і 3 після 10-го поливу (рис. 8-в), хоч у цьому

досліді явище затушковане загальним перезволоженням, в результаті перебільшеної поливної норми. Дуже сильно позначається вплив мікрорельєфу на розрізах діляночки 2, проведених після 5-го поливу (рис. 8-б).

У розрізах, проведених на діляночках довжиною 90 м (рисунки 9-а, 9-б, 9-в), надзвичайно виразно можна бачити зменшення зволоження від початку до кінця, добре помітне в усіх трьох дослідах.

Так на діляночках 7 і 8 після п'ятого поливу (рис. 9-б) і після поливу десятого (рис. 9-в) на обох діляночках, на перших по довжині розрізах контура розтікання злилися, на інших же відділені.

Загальна картина, таким чином, відповідає теоретичним припущенням, викладеним вище.

Облік урожайності на основних діляночках і на діляночках другої ділянки був проведений окремо по ділянках довжиною 30 м. Крім того, врожай врахувався окремо по борознах з висадкою розсади в один і два ряди. Вище згадувалося вже, що розсада висаджена на ділянці техніки поливу, була слабшої якості, а умови пізньої висадки були несприятливі. Крім того, розсада зазнала нападу шкідників. В результаті впливу всіх цих причин був дуже високий процент загибелі рослин і великий процент недорозвинених рослин. Тому при порівнянні врожайності ми вважаємо більш показовим не фактичний, а теоретичний урожай, тобто урожай, визначений як добуток середньої ваги однієї зібраної головки на теоретичне число кущів на гектар.

Цей теоретичний урожай наведений нами в таблиці 7 (на стор. 20).

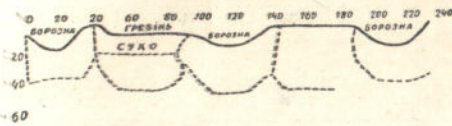
Обробляючи результати обліку врожаю, повторення, що виявляють значне розходження порівняно з іншими, відкидалися, як ненадійні. При цьому зверталось увагу не тільки на збіжність цифр врожаю по діляночках у цілому, але й на збігання результатів по частинах довжини діляночок. Тому результати дослідів по діляночці 3 (рядки з одним рядом рослин) ми вважаємо ненадійними, не зважаючи на добре збігання цифр врожаю для повторень I і II в цілому. Результати дослідів по діляночках 7—II і 8—III і IV, а також діляночок елементарних, як безспадної ділянки, так і ділянки із спадом, ми вважаємо взагалі такими, які не можна порівнювати з дослідями основних діляночок 1—8.

Діляночки 9—14 були закладені з метою з'ясувати вплив віддалі між борознами на режим вологості і на врожай. Віддалі між борознами була прийнята: для діляночки 9—1 м, для діляночки 10—0,7 м, для діляночки 11—1,2 м і для діляночок 12—14 відповідно: 1 м, 1,2 м і 0,7 м. Перші три діляночки закладені на ділянці глибокої оранки, останні три—мілкою.

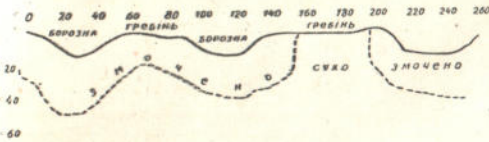
Результати дослідів на перший погляд збігаються в тому відношенні, що менша віддалі між борознами дає гірші результати. Фактично ж це збігання є, очевидно, результатом випадкових

**ділянка №1**

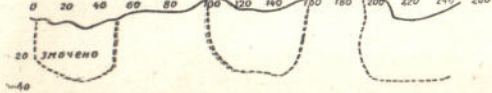
розріз №1



розріз №2



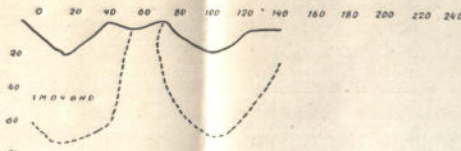
розріз №3



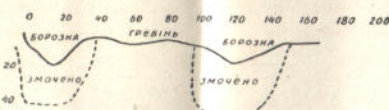
**ділянка №2**

$q=3\frac{1}{2}$ сек (в борозну)

розріз №1

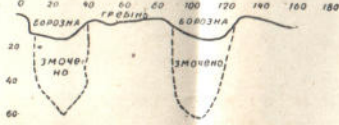


розріз №2



розріз №3

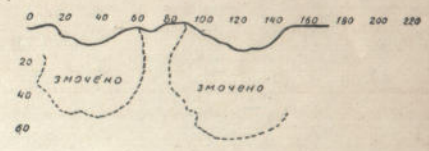
$l=30$  мтз од води



**ділянка №3**

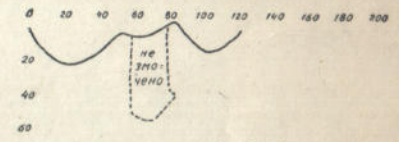
$q=3\frac{1}{2}$ сек  $l=60$  м

розріз №1



розріз №2

$l=30$  м



розріз №3

$l=50$  м од води

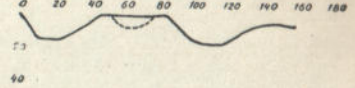


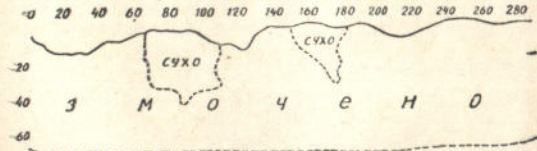
Рис. 7-а. Дослід № 1, полив № 1. Віяло промочування.

**ділянка №1**

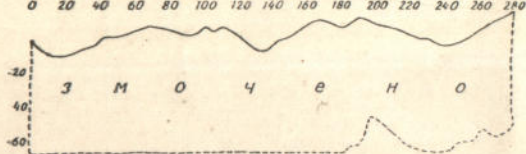
після 5<sup>го</sup> поливу

$l=60$  м  $q=2\frac{1}{2}$ сек

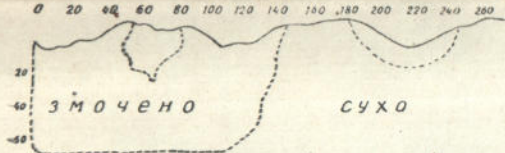
розріз №1



розріз №2



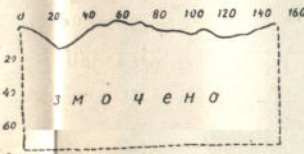
розріз №3



**ділянка №2**

$l=60$  м  $q=3\frac{1}{2}$ сек

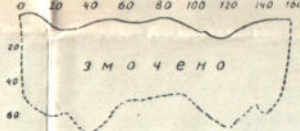
розріз №1



розріз №2

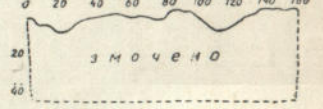


розріз №3

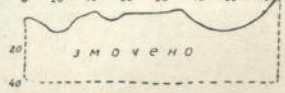


**ділянка №3**

розріз №1



розріз №2



розріз №3

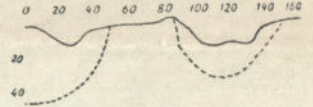
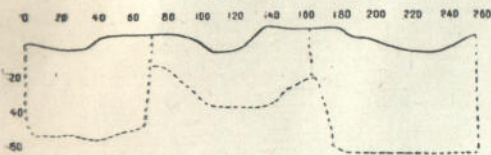


Рис. 7-б. Дослід № 2, полив № 10. Віяло промочування.

**ділянка №1**

розріз №1

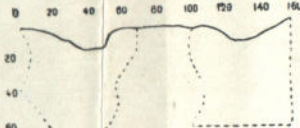


розріз №2

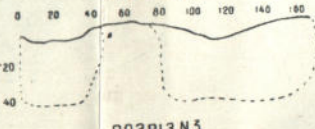


**ділянка №2**

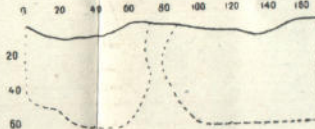
розріз №1



розріз №2

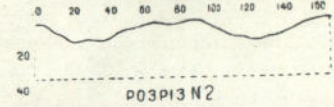


розріз №3

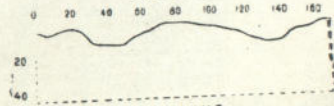


**ділянка №3**

розріз №1



розріз №2



розріз №3

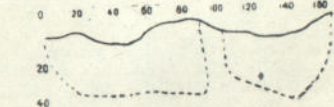


Рис. 7-в. Дослід № 3, полив № 10. Віяло промочування.

ДІЛЯНКА №4 (БОРОЗНА №1)

$l = 30 \text{ м}$  від води  $q = 4 \text{ м}$

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300

БОРОЗНА

РОЗРІЗ №2

від води  $l = 15 \text{ м}$

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300

РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260

ДІЛЯНКА №5

$l = 11 \text{ м}$  від води

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220

РОЗРІЗ №2

$l = 15 \text{ м}$  від води

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

РОЗРІЗ №3

$l = 26 \text{ м}$  від води

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

ДІЛЯНКА №6

$l = 4 \text{ м}$  від води

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

РОЗРІЗ №3

$l = 30 \text{ м}$  від води

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

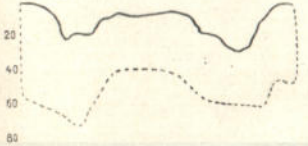
Рис. 8-а. Дослід № 1, полив № 1. Віяло промочування.

ДІЛЯНКА №4

$l = 30 \text{ м}$   $q = 3 \text{ м}^3/\text{сек}$

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160



РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140



РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140



ДІЛЯНКА №5

$l = 30 \text{ м}$   $q = 2 \text{ м}^3/\text{сек}$

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260



РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140



РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140



ДІЛЯНКА №6

$l = 30 \text{ м}$   $q = 3 \text{ м}^3/\text{сек}$

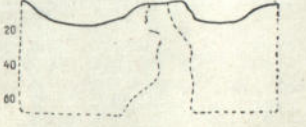
РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160



РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140



РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140



Рис. 8-б. Дослід № 2, полив № 5. Віяло промочування.

ДІЛЯНКА №4

$l = 30 \text{ м}$ ,  $q = 2 \text{ м}^3/\text{сек}$

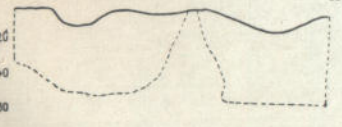
РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180



РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180



РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140 160



ДІЛЯНКА №5

$l = 30 \text{ м}$ ,  $q = 2 \text{ м}^3/\text{сек}$

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280



РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280



РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280



ДІЛЯНКА №6

$l = 30 \text{ м}$ ,  $q = 3 \text{ м}^3/\text{сек}$

РОЗРІЗ №1

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180



РОЗРІЗ №2

0 20 40 60 80 100 120 140 160



РОЗРІЗ №3

0 20 40 60 80 100 120 140 160



Рис. 8-в. Дослід № 3, полив № 10. Віяло промочування.

ДІЛЯНКА N 7

$q = 2^{\Delta}/\text{сек}$  / в одну борозну /

РОЗРІЗ N1



РОЗРІЗ N2



РОЗРІЗ N3

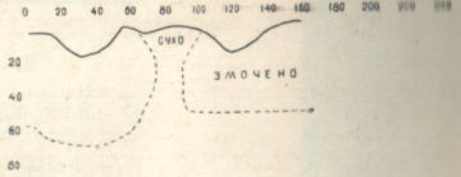


ДІЛЯНКА N 8

РОЗРІЗ N1



РОЗРІЗ N2



РОЗРІЗ N3

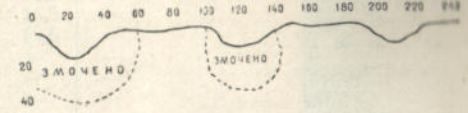
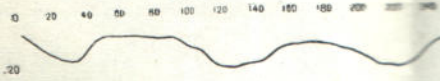


Рис. 9-а. Дослід № 1, полив № 1. Віяло промочування.

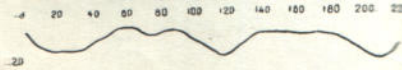
ДІЛЯНКА N 7

$r = 90$   $q = 2^{\Delta}/\text{сек}$

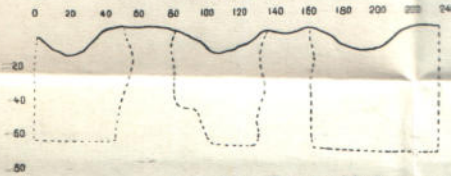
РОЗРІЗ N1



РОЗРІЗ N2



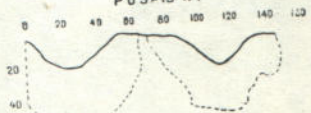
РОЗРІЗ N3



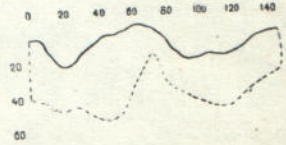
ДІЛЯНКА N 8

$r = 90$   $q = 3^{\Delta}/\text{сек}$

РОЗРІЗ N1



РОЗРІЗ N2



РОЗРІЗ N3

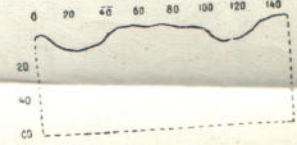
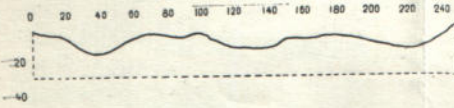


Рис. 9-б. Дослід № 2, полив № 5. Віяло промочування.

ДІЛЯНКА N 7

$r = 90 \text{ м}$ ,  $q = 2^{\Delta}/\text{сек}$

РОЗРІЗ N1



РОЗРІЗ N2



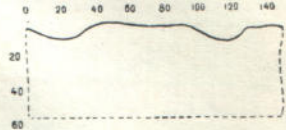
РОЗРІЗ N3



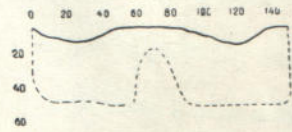
ДІЛЯНКА N 8

$r = 90 \text{ м}$ ,  $q = 3^{\Delta}/\text{сек}$

РОЗРІЗ N1



РОЗРІЗ N2



РОЗРІЗ N3

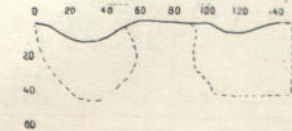


Рис. 9-в. Дослід № 3, полив № 10. Віяло промочування.



причин. Так, для діляночки 9 воно було результатом несприятливих умов посадки, внаслідок яких процент загибелі розсади становив по повтореннях від 22,3 до 77,5%.

Отже, оскільки є незрозумілим теоретичне обґрунтування такого явища, а досліди не бездоганні, ми вважаємо правильнішим утриматися покищо від остаточних висновків.

По основних ділянках 1—8 дані попередньої таблиці використані для виведення середньої врожайності по ділянках і врожайності на 1 м<sup>3</sup> витраченої води.

Таблиця 7

Теоретичний урожай капусти в тоннах на 1 га

№ ділянок	число рядків на борозні	П о в т о р е н н я								
		I			II			III		
		0—30	30—60	60—90	0—30	30—60	60—90	0—30	30—60	60—90
1	2	20,1	19,7	—	20,1	17,8	—	20,1	22,0	—
	1	18,1	12,7	—	28,1	21,3	—	27,9	19,8	—
2	2	18,8	20,8	—	23,1	16,8	—	23,0	19,0	—
	1	16,3	17,6	—	19,5	15,0	—	16,7	14,8	—
3	2	24,1	25,2	—	22,1	15,7	—	25,1	16,5	—
	1	26,0	21,4	—	20,0	25,4	—	14,2	19,6	—
4	2	20,0	—	—	18,0	—	—	15,9	—	—
	1	26,6	—	—	22,0	—	—	18,4	—	—
5	2	22,7	—	—	19,1	—	—	15,6	—	—
	1	18,2	—	—	16,1	—	—	16,0	—	—
6	2	19,4	—	—	16,4	—	—	18,5	—	—
	1	21,3	—	—	18,9	—	—	15,8	—	—
7	2	19,0	18,9	17,7	18,8	20,3	16,1	—	—	—
	1	20,2	23,75	22,8	17,5	15,0	14,6	—	—	—
8	2	21,5	23,5	17,9	24,6	24,5	24,1	12,7	19,5	16,5
	1	24,1	24,0	18,8	23,6	24,0	17,8	17,4	17,0	15,8
9	2	18,7	—	—	14,4	—	—	14,3	—	—
10	1	9,7	—	—	10,2	—	—	11,9	—	—
11	2	17,8	—	—	15,4	—	—	10,2	—	—
12	2	12,0	—	—	11,5	—	—	11,4	—	—
13	1	12,8	—	—	10,6	—	—	11,5	—	—
14	2	7,8	—	—	9,0	—	—	11,8	—	—

Згідно з цією таблицею (табл. 8 стор. 21) середня врожайність діляночок мілкої оранки:

30 м — 6,9 кг на — 1 м<sup>3</sup>  
 60 „ — 6,25 „ „  
 90 „ — 6,15 „ „

Ймовірна помилка у виведенні середньої величини дорівнює відповідно: 0,282 і 0,15, тобто сумірна з різницями для різних варіантів довжини. Те саме треба сказати і відносно способу посадки дворядного і однорядного. Однорядний спосіб посадки характеризується врожайністю 6,6 кг/м<sup>3</sup>, а дворядний — 6,2 кг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 8

№№ діляночок	Довжина діляночок	Струмись у борозні л/сек.	Зрошувальна норма	Урожай в тоннах на га	Урожай в кг на 1 м <sup>3</sup> води	Число рядів у борозні
1	60	2	3250	19,43	6,0	2
			3220	24,28	7,5	1
2	60	3	3250	20,48	6,3	2
			3250	16,50	5,08	1
3	60	3	3590	21,50	6,0	2
4	30	3	3095	19,06	6,15	2
			3095	24,60	7,95	1
5	30	2	2780	20,90	7,50	2
			2790	16,80	6,0	1
6	30	3	3090	18,95	6,10	2
			3040	20,10	6,6	1
7	90	2	3290	18,50	5,6	2
			3290	22,25	6,8	1
8	90	3	3545	21,00	5,9	2
			3545	22,27	6,3	1

Проте, однорядний спосіб має велику перевагу перед дворядними при проведенні поливу, менше сповільнюючи рух струменя.

Щодо абсолютної величини теоретичного врожаю результати розташовуються таким порядком:

борозни	60 м	— 20,17 т/га
"	90 "	— 21,0 "
"	30 "	— 20,32 "

Проте, це абсолютне збільшення врожаю було в результаті великої поливної норми, що перевищила нормальну і позначилася сприятливо на розвитку рослин в умовах нерегулярної подачі води в 1934 р.

Отже, ми вважаємо, що розглянення таблиці врожайності не дає матеріалів, які заперечували б міркування, висловлені нами вище, про розміри борозен, раціональних в розумінні техніки поливу.

### Досліди по з'ясуванню оптимальної віддалі між борознами

Вище вже згадувалося, що для вивчення оптимальної віддалі між борознами, з погляду розвитку рослин, були закладені елементарні ділянки довжиною в 10 м з межиряддями в 0,7—1,0—1,2 м (№ 9—14).

Результати обліку врожаю, як видно з таблиці 7, не дають можливості розв'язати це питання. Деяку послугу можуть подати щодо цього віяла промочування. Розглядаючи їх, ми свого часу відзначали, що в багатьох випадках вони сходилися і межі їх не можна було точно визначити.

Подекуди цікавими є щодо цього спеціальні досліді по динаміці пологості ґрунту в межиряддях. Дослід полягав у тому, що посередині міжборозенного простору бралися проби ґрунту для визначення вологості до поливу, і потім знову через 6 годин, через 24 години, 48 годин і 96 годин після поливу. Результати дослідів наведені на рис. 10. При розгляданні кривих добре помітно, що проникання води всередину гребеня при віддалі 0,7 м відбувається набагато енергійніше, ніж при віддалі 1,0 або 1,2 м.

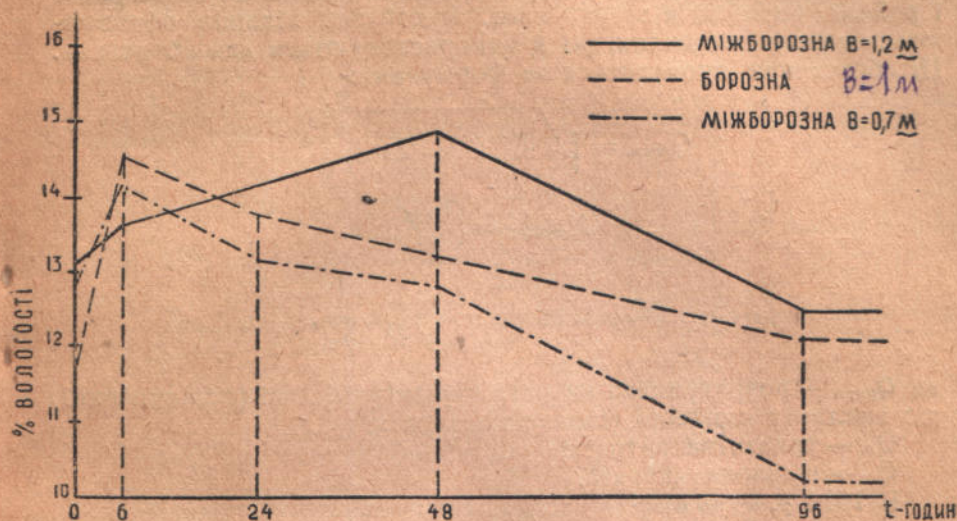


Рис. 10. Динаміка вологості після поливу в борозні і в міжборознях.

Криві вологості для гребеня, при віддалі 0,7 м, нагадують криві вологості в борозні. Вони показують порівняно швидке збільшення процента вологості після поливу і порівняно швидке зниження його. Навпаки, криві вологості при віддалі борозен в 1,0 і 1,2 м виявляють невелике піднесення і дуже повільний спад.

### Досліді по визначенню коефіцієнта шорсткості

На ділянці 2 борозни із спадом були поставлені, згідно з програмою дослідних робіт, досліді, що мали на меті дати новий матеріал для з'ясування значення коефіцієнта шорсткості в борознах. Досліді такі провадяться ВУІМ'ом третій рік і методика проведення досліді та проробка матеріалів зазнали значних змін. В 1932 р. ділянки борозен для визначення коефіцієнта шорсткості брались в 20—40 м.

Починаючи з 1933 р. для визначення коефіцієнта шорсткості беруть ділянки завдовжки в 100 м і більше, на всю довжину борозни, і кількість вимірюваних перерізів від 3 до 7.

В місцях вимірюваних перерізів (через 20 м) установлюються рейки, поділені на сантиметри, для вимірювання глибини води в борозні. Нуль їх збігається з дном борозни. Всі рейки роблять однакової висоти, що дає можливість дуже легко обчислити позначки дна і води за даними нівелювання вершин рейок. У горі ділянки встановлюється водозлив Чіполетті, а внизу — Томпсона. Після встановлення шару води, що переливається на водозливі Томпсона, провадять триразові відліки по водозливах і рейках, починаючи зверху вниз. З добутих відліків обчислюються середні величини, які й використовуються для обчислень. Ці обчислення провадяться за формулами:

$$Q_{розр.} = \sqrt{Q_m^2 + Q_{ш} Q_m + \frac{Q_{ш}^2}{3}}$$

$$K_{середн.} = \frac{Q_{розр.}}{\sqrt{i}},$$

$$C_{середн.} = \frac{K_{середн.}}{\omega_{середн.} \sqrt{R_{середн.}}},$$

де  $Q_{розр.}$  — розрахункова витрата рівномірної течії (встановленої) що викликає однакові гідравлічні втрати;

$Q_m$  — транзитна витрата;

$Q_{ш}$  — шляхова витрата.

В 1934 р. було проведено лише 3 досліді, при проведенні 1, 5 і 9 поливів. Результати дослідів подані на рисунках 11, 12 та 13, де дані подовжні та поперечні профілі борозен, а обчислення наведені в таблиці 9.

При проведенні обчислень з повної довжини борозен, виділялися ділянки, де рух води можна було вважати приблизно паралельним  $i^v = const.$  Показник степеня у формулі  $C = \frac{1}{k} R^y$  було прийнято рівним 0,2 відповідно до даних дослідів 1932 року.

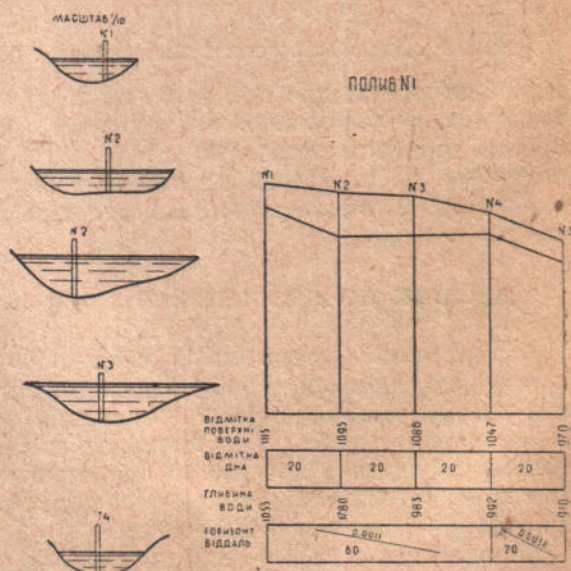


Рис. 11. Визначення коефіцієнта шорсткості (подовжні і поперечні профілі борозен).

Таблиця 9

№№ дослідів	№№ перерізів	$\varepsilon$ м <sup>2</sup>	$X$ м <sup>2</sup>	$R$ м <sup>3</sup>	$V_{\text{середн.}}$ м <sup>3</sup> /с	$R_{\text{середн.}}$ м	$NR_{\text{середн.}}$	$Q_p$ л/сек.	$Q_t$ л/сек.	$Q_{\text{розр.}}$ л/сек.	$K_{\text{середн.}}$ л/сек.	$C$	$n$
1	1	0,0185	0,413	0,045	0,0248	0,0515	0,227	1,3	3,1	3,77	0,114	20,2	0,027
	2	0,037	0,565	0,065									
	3	0,033	0,575	0,057									
	4	0,0107	2,272	0,039									
2	1	0,0165	0,395	0,042	0,0243	0,0483	0,22	1,03	2,13	2,84	0,065	12,1	0,045
	2	0,0545	0,715	0,076									
	3	0,0146	0,35	0,042									
	4	0,0223	0,49	0,046									
	5	0,0136	0,375	0,036									
3	1	0,0219	0,48	0,047	0,0312	0,0436	0,209	2,3	1,6	2,83	0,058	8,9	0,060
	2	0,0296	0,585	0,051									
	3	0,0560	0,86	0,065									
	4	0,0345	0,825	0,024									
	5	0,0141	0,46	0,031									
	6	0,0046	0,245	0,019									
	7	0,0243	0,765	0,032									

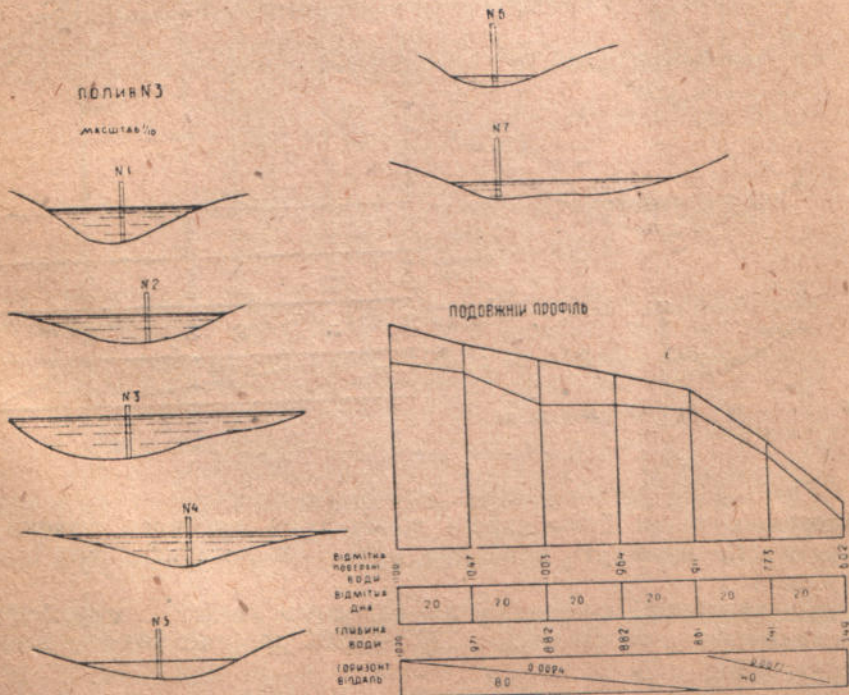


Рис. 12. Визначення коефіцієнта шорсткості.

Дані 1934 р. загалом стверджують висловлену нами в 1933 р. думку, що коефіцієнт шорсткості протягом зрошувального періоду може змінюватися в зв'язку з розвитком рослин від 0,026 до 0,065. Окремо стоїть коефіцієнт 0,096. Проте, і в дослідах

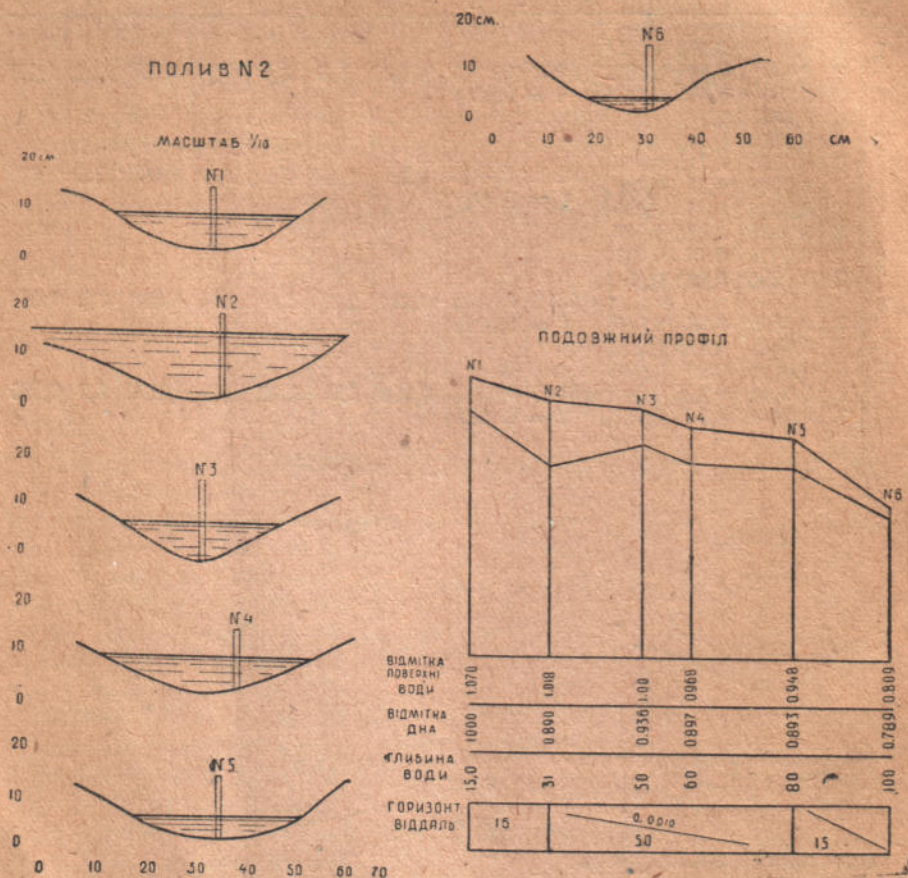


Рис. 13. Визначення коефіцієнта шорсткості.

попередніх років були окремі точки дуже високого значення шорсткості, відкинуті нами при складанні логарифмічної апоморфози.

Для ілюстрації сказаного ми наводимо графік логарифмічної апоморфози спостережень 1932 — 1934 рр. (рис. 14).

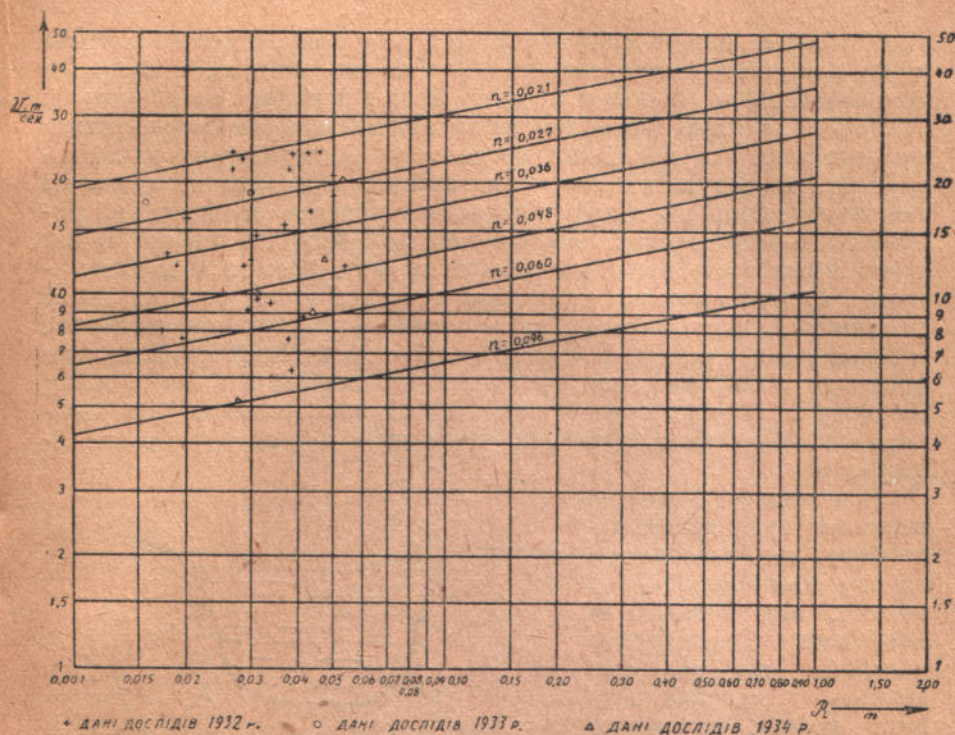


Рис. 14. Залежності  $C$  від  $R$ .

### Досліди по з'ясуванню сумарного коефіцієнта фільтрації

Процес вбирання води в борозні ми уявляємо в такому вигляді: хай вода, що профільтрувалася в ґрунт, деякий момент обмежена віялом промочування  $a, b, c, d, e$  (рис. 15). На межі його виникає вакуум, викликаний капілярним натягненням водяної плівки і вимірюваний висотою так званого активного капілярного підняття  $h_k$ . Розглядаючи деяку струминку 1—2 ми повинні при враховуванні діючого напору до різниці горизонтів дзеркала води і вихідного перерізу  $h_g$  струминки додати висоту  $h_k$ .

$$H = h_g + h_k$$

Величина активного капілярного підняття для дрібнозернистих ґрунтів може бути дуже значна, тому зменшення гідравлічного напору і спаду при вбиранні води в борозні повинно йти значно повільніше, ніж потрібно було б рухові без врахування капілярних сил; вплив же глибини води повинен позначатися слабше.

Капілярна плівка ніби всмоктує в себе воду, через це витрата води, що фільтрується, зменшується не так швидко, а тому, що площа дзеркала борозни в міру його зниження зменшується, швидкість, з якою поверхня води знижується, не зменшується безперервно, але дійшовши до деякого мінімуму — знову збільшується. В результаті цього на кривих вбирання (залежності горизонту води від часу) з'являється виразно помітним на рисунках 16—18 перегин. Положення дотичної до кривої в цій точці може бути характеристикою ґрунту, його зрошувальною константою. Величина тангенса кута, утворюваного дотичною і віссю абсцис, який визначає положення дотичної, названа нами сумарним коефіцієнтом фільтрації, оскільки вона враховує цілий комплекс факторів, що впливають на вбирання води в борозни: коефіцієнт Дарсі висоту активного капілярного підняття для різних горизонтів борозни, почасті її форму і т. д.

Нам здається, що ця величина куди краще характеризує властивості ґрунту щодо проведення поливу, ніж визначення коефіцієнта Дарсі ґрунту яким би там не було шляхом, і напевне вже куди краще, ніж механічний аналіз, результати якого вважаються тепер за недостатні навіть у шляховій справі.

Техніка проведення спостережень досить проста і полягає в тому, що ділянку борозни завдовжки в 3—5 м відгороджують від усієї борозни і на дні її встановлюють рейку, поділену на сантиметри. Потім відгороджену ділянку наповнюють водою якнайшвидше, після чого спостерігають зниження поверхні води в борозні, фіксуючи час. Відзначають також час впуску води в борозну і час її наповнення. Поставлені нами в 1934 р. досліди на Кам'янському опорному пункті показали, що для одержання достатньо осередненої величини потрібно для даної ділянки не менше десяти дослідів. В цьому випадку ймовірна помилка становитиме близько 10%.

На стор. 28 наводимо таблицю 10 — спостереження за зниженням рівня води в борознах, — складену на підставі наведених на рисунках 16—18 кривих зниження рівня води в борознах для першого, п'ятого та десятого поливів.

На рис. 19 подані криві осередненого зниження рівня води в борозні для першого, п'ятого і десятого поливів.

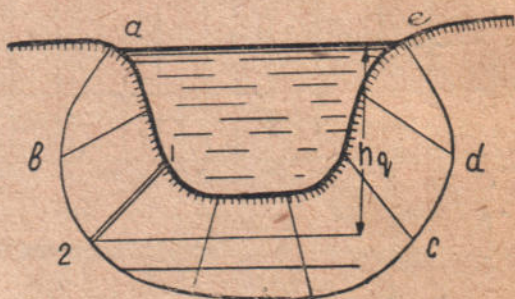


Рис. 15.



Таблиця 10

№№ поливів	Зниження рівня всьм	№№ борозен										Середній запис відхиленнь (%)	Ймовірна помилка (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1,4	1,7	0,5	0,9	0,9	0,5	1,0	0,9	1,0	2,7	Середнє	Квадратичне
	2	3,4	3,8	1,5	2,5	1,9	2,8	2,5	2,9	2,5	5,8		
	3	5,6	3,0	3,0	5,0	3,1	6,3	5,8	6,0	4,4	10,0		
	4	8,2	8,5	4,9	8,8	4,5	10,3	10,2	10,0	7,7	15,9		
	5	10,5	11,0	7,4	13,0	5,9	14,7	15,4	15,0	12,0	21,0		
	6	12,4	13,2	10,4	17,7	7,3	19,6	20,0	21,2	15,5	25,5		
	7	14,2	14,8	13,0	23,0	8,8	25,0	24,6	27,5	18,3	29,5		
	8	16,2	15,9	15,1	28,6	10,3	30,8	29,0	34,7	20,3	32,2		
5	1	1,8	2,0	3,5	6,0	5,0	1,3	1,2	2,8	2,1	—	37,1	7,7
	2	3,8	4,7	7,3	13,7	10,7	4,1	2,7	10,0	5,1	—		
	3	6,1	8,3	11,7	25,5	17,0	8,5	4,7	21,0	9,7	—		
	4	8,5	13,0	16,0	37,0	26,0	13,3	8,0	32,0	17,0	—		
	5	11,0	18,8	20,2	47,0	37,4	17,5	10,7	43,0	25,0	—		
	6	13,8	27,0	25,1	55,0	48,2	21,3	12,7	51,0	29,2	—		
9	1	4,1	2,3	4,3	4,7	5,0	2,1	2,3	2,7	—	51	11,4	
	2	9,0	4,9	10,0	11,0	12,8	4,7	5,5	6,0	—			
	3	15,6	8,0	18,0	18,7	21,0	8,3	10,3	11,0	—			
	4	25,0	12,0	27,0	32,0	30,5	15,0	20,8	23,0	—			
	5	42,4	21,0	36,5	42,0	40,8	24,6	30,0	49,3	—			

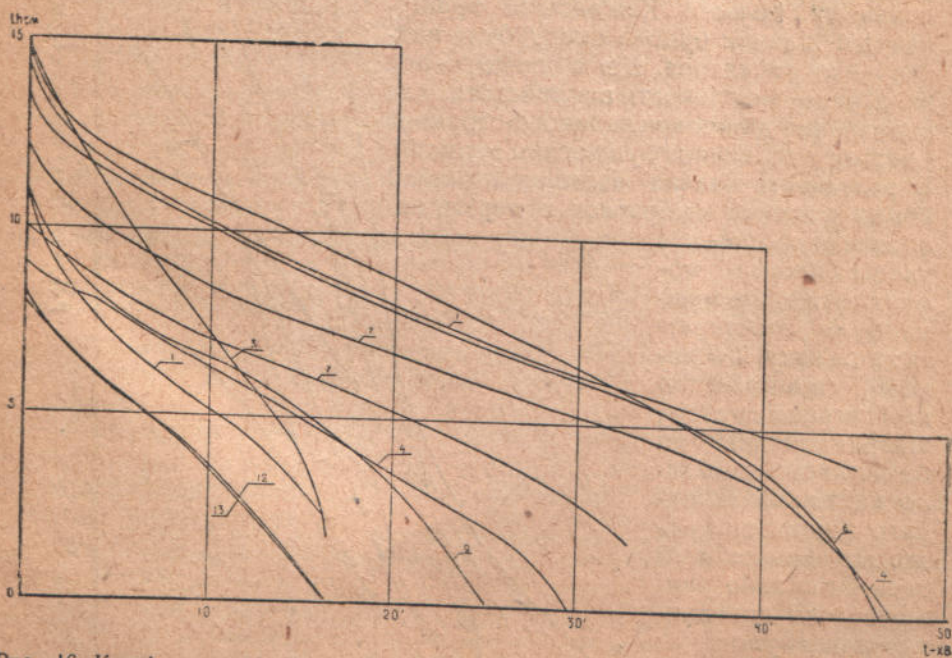


Рис. 16. Криві зниження рівня води в борозні (білі кривих поставлені номери ділянок).

## Досліди по з'ясуванню впливу глибини води в борозні на швидкість вбирання

Спочатку досліди по з'ясуванню впливу глибини води передбачалося поставити за методикою інж. Кременецького — бригадира „наскрізної бригади“ по техніці поливу. Методика проведення дослідів полягала ось у чому: ділянку з трьох борозен, з'єднаних разом, завдовжки в 5 м, наповнюють водою, що враховується водозливом, до певної глибини — 5, 10, 15 см. Потім рівень підтримують на постійній глибині, підливаючи воду відром до вбирання повної поливної норми.

Після спостережень вода спускається і після підсихання діляночки проводять поперечні розрізи борозен шурфами і зарисовують контури розтікання.

В процесі поставлення дослідів від цієї методики довелося відмовитися з ряду причин. Поперше, при майже безспадному рельєфі Кам'янської зрошувальної ділянки будова скиду була надзвичайно утруднена. Це в свою чергу не давало можливості використати для наповнення діляночок великого струменя і період наповнення був досить великий. В результаті значна частина поливної норми встигала ввібратися в період наповнення борозен і найцікавіший момент, отже, не можна було спостерегти; в зв'язку з великою проникністю кам'янських ґрунтів, підтримання рівня на одній висоті вимагало настільки швидкого підливання води, що поверхня її весь час сильно хвилювалася і провадити відліки було дуже важко.



Рис. 17. Криві зниження рівня води в борозні. Полив № 5.

Зважаючи на все це, довелося відмовитися від цього методу і замінити його методом, аналогічним до викладеного вище методу визначення кривої зниження рівня; цей метод відрізняється лише тим, що глибина наповнення бралась точно 5—10 і 15 см. Було проведено 30 таких дослідів: 15—на ділянці глибокої і 15—на ділянці мілкої оранки. Осереднені результати показані графічно на рис. 19. Напрямок кривих не дає вказівки на який би там не було закономірний зв'язок швидкості зниження рівня води з глибиною. Це явище буде цілком зрозуміле, якщо взяти до уваги, що величина активного капілярного підняття може значно перевищувати глибину води в борозні. Так, за Терчагі (Будівельна механіка ґрунту, стор. 138) для піску з частинками 0,1 мм при коефіцієнті за *різ-поруваності*  $E = 0,43$ , висота капілярного підняття  $h_k = 35$  см, для частинок діаметром 0,02 мм — 170 см і т. д.

На жаль, результатів спостережень недосить багато, щоб можна було зробити остаточний висновок.

**Висновки.** Досліди 1934 р. по техніці поливу, проведені УНДГІМ-ом на Кам'янському опорному пункті, мали своєю метою з'ясувати раціональні розміри поливних борозен для поливу по борознах затоплення, величину поливного струменя і т. д. В результаті дослідів можна вважати за з'ясоване, що найраціональніша довжина борозен затоплення для культур, що сильно викривають борозну, буде близько 30 м. Для культур, що не викривають борозни, довжина її може бути доведена до 60—90 м, без особливого перебільшення поливної норми.

Полівний струмінь найзручніший при борознах глибиною 20 см нарізуваних підгортальником в два сліди, — 2 л/сек. у борозну. При шістьох одночасно поливаних борознах

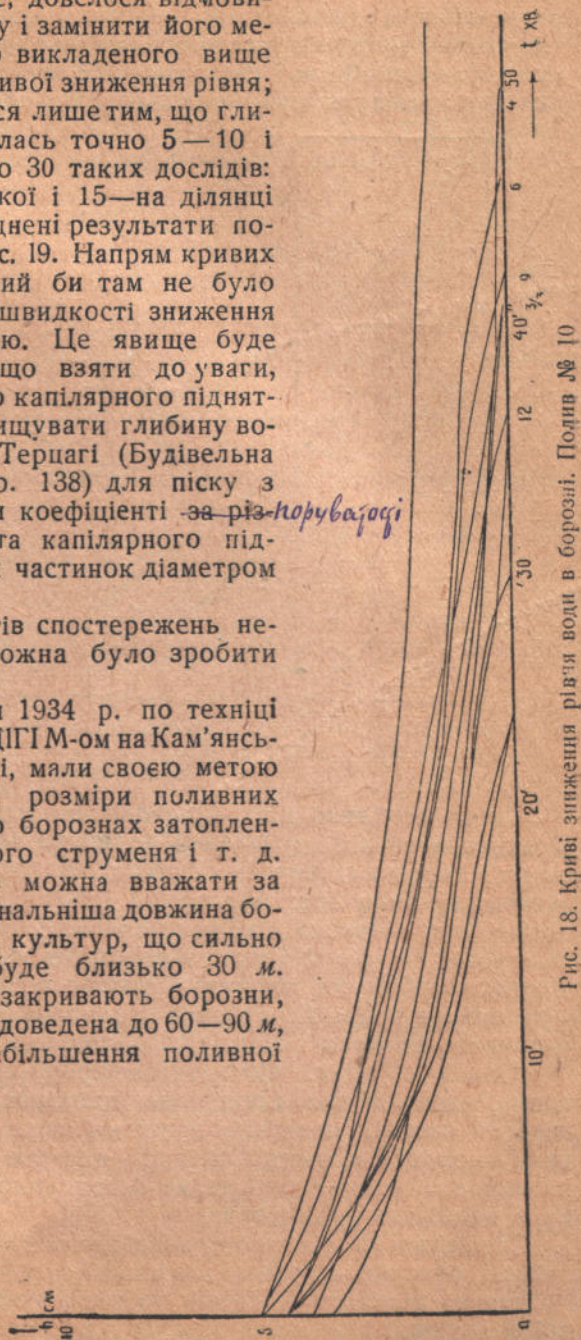


Рис. 18. Криві зниження рівня води в борозні. Полив № 10

поливний струмінь поливального — 12 л/сек. Як захід зменшення витрачання води при останніх поливах, можна застосовувати зменшення поливного струменя до 1 л/сек. Це, проте, має істотну хибу: збільшує водночас число поливних борозен і тим утруднює регулювання руху поливних струменів та розподіл води.

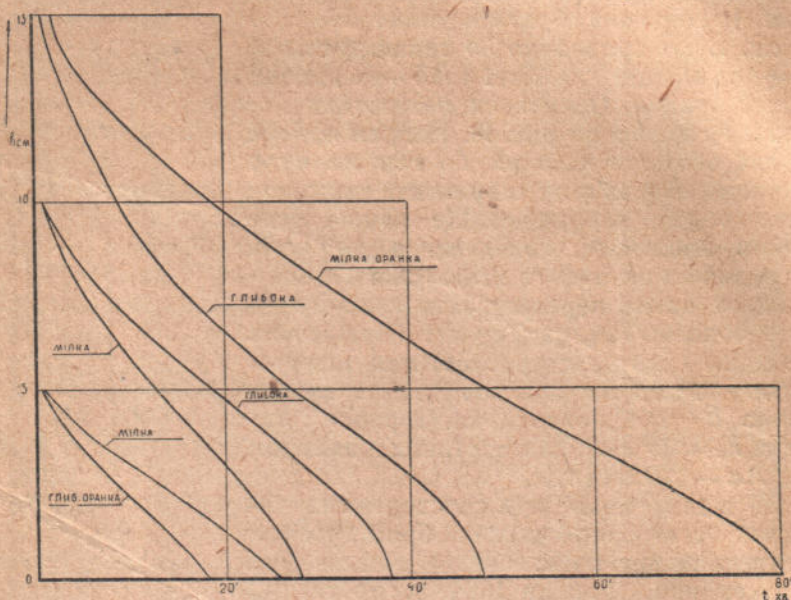


Рис. 19. Криві зниження рівня води в борознах при різних глибинах наповнення.

Треба особливо підкреслити надзвичайно важливу роль планування в справі проведення поливу. Ступінь спланованості поливної карти надзвичайно сильно впливає на ступінь легкості розподілу води між борознами і тим самим визначає навантаження поливального. Так само сильно відбивається ступінь спланованості на рівномірності зволоження. Чим краще спланована карта, тим більшої довжини борозни можна припустити. За обліком витрат праці, планування 1 гектара, у випадках спланування межників, вимагає витрати 10 чоловікоднів і 15 конеднів.

Кількість води, що встигає профільтруватися за час добирання, навіть і для порівняно проникних ґрунтів Кам'янської ділянки взагалі невелика, тому ми вважаємо за можливе поширити висновки відносно оптимальних розмірів елементів поливу на випадок поливу борознами затоплення і при інших ґрунтах, крім найбільш проникних.

Спеціальні досліді, поставлені для визначення коефіцієнта шорсткості, ствердили границі значення його, знайдені в 1932—1933рр.

Значна кількість дослідів по визначенню коефіцієнта сумарної фільтрації ствердила помічену в попередніх дослідях форму

кривої зниження рівня води в борозні, що може бути прийняте, як посереднє доведення пропонуваної нами теорії вбирання води при поливі. За це говорить і відсутність закономірного зв'язку між кривими зниження рівня води в борозні і початковою глибиною води.

### Про рух хвилі наповнення по сухому дну призматичного каналу з горизонтальним дном при постійній витраті в голові його

Як ми вже зазначали раніше впраці — „Про рух хвилі наповнення по сухому дну призматичного каналу при постійній витраті в голові його“, рух хвилі наповнення проходить три стадії: 1) до досягнення хвилею критичної швидкості, 2) рух голови хвилі із швидкістю змінюваної від критичної до швидкості рівномірної течії і 3) рух голови хвилі з швидкістю, що дорівнює швидкості рівномірної течії.

В окремому випадку руху по горизонтальному дну третьої стадії немає, а для другої стадії повинні бути такі граничні умови:

$$\begin{aligned} \text{при } S = S_k & \quad V = V_k, \\ S = \infty & \quad V = 0. \end{aligned}$$

Ми задовольнимо ці вимоги, якщо приймемо, що поверхневий спад у різних точках хвилі змінюється пропорціонально середньому спадові:

$$i_{\text{середн.}} = \frac{h}{S} \dots \dots \dots (1)$$

тобто:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{h}{S} = \frac{h}{h_k} \cdot \frac{S_k}{S} \dots \dots \dots (2)$$

$$\left(\frac{dh}{ds}\right)_k = \frac{h}{h_k} \cdot \frac{S_k}{S}$$

де  $\frac{dh}{ds}$  — поверхневий спад, що відповідає деякій довжині хвилі  $S$

$\left(\frac{dh}{ds}\right)_k$  — поверхневий спад, який відповідає довжині хвилі  $S_k$

Спад поверхні води в початковому перерізі повинен у кожний момент часу відповідати допустимій витраті, тому

$$\frac{dh}{ds} = \frac{K_k^2}{K^2} = \left(\frac{h_k}{h}\right)^x \dots \dots \dots (3)$$

$$\left(\frac{dh}{ds}\right)_k$$

де  $x$  є гідравлічний показник русла Бахметьева.

Звідси знаходимо:

$$\left(\frac{h}{h_k}\right)^x = \frac{\left(\frac{dh}{ds}\right)_k}{\frac{dh}{ds}} \dots \dots \dots (4)$$

i

$$\frac{h}{h_k} = \left[ \frac{\left(\frac{dh}{ds}\right)_k}{\frac{dh}{ds}} \right]^{\frac{1}{x}} \dots \dots \dots (5)$$

Підставляючи це значення  $\frac{h}{h_k}$  у рівняння (2), дістаємо:

$$\frac{\frac{dh}{ds}}{\left(\frac{dh}{ds}\right)_k} = \left[ \frac{\left(\frac{dh}{ds}\right)_k}{\frac{dh}{ds}} \right]^{\frac{1}{x}} \frac{S_k}{S} \dots \dots \dots (6)$$

Розв'язуючи це рівняння відносно відношення  $\frac{dh}{ds}$ , знаходимо:

$$\frac{\frac{dh}{ds}}{\left(\frac{dh}{ds}\right)_k} = \left(\frac{S_k}{S}\right)^{\frac{x}{x+1}} \dots \dots \dots (7)$$

Тому для точок хвилі з однаковою глибиною, буде залежність:

$$\frac{V}{V_k} = \sqrt{\frac{\frac{dh}{ds}}{\left(\frac{dh}{ds}\right)_k}} = \left(\frac{S_k}{S}\right)^{\frac{x}{2x+2}} \dots \dots \dots (8)$$

Звідси:

$$V = \frac{ds}{dh} = V_k \left(\frac{S_k}{S}\right)^{\frac{x}{2x+2}} \dots \dots \dots (9)$$

Поділяючи змінні і інтегруючи в границях від  $t_k$  до  $t$  і від  $S_k$  до  $S$ , знаходимо:

$$t = \frac{2x+2}{3x+2} \cdot \frac{S_k}{V_k} \left[ \left(\frac{S}{S_k}\right)^{\frac{3x+2}{2x+2}} - 1 \right] + t_k \dots \dots (10)$$

В цій формулі  $t_k$  — час, що відповідає початковій другій стадії і визначається як частка від ділення об'єму хвили на витрату  $Q$ . Якщо відповідно до  $t$  час цей дуже малий, можна, відкинувши  $t_k$ , написати формулу в скороченому вигляді:

$$t = \frac{2x+2}{3x+2} \cdot \frac{S}{V_k} \left[ \left( \frac{S}{S_k} \right)^{\frac{3x+2}{2x+2}} - 1 \right] \dots \dots \dots (11)$$

Довжина хвили  $S_k$ , що входить у цей вираз і відповідає границі між першою і другою стадіями, визначається рівнянням (35) згаданої вище праці:

$$W^2 \left( i_0 + \frac{dh}{ds} \right) = W_k^2 i_k = V_k^2$$

Поклавши в рівнянні, що  $i_0 = 0$ , маємо

$$W^2 \frac{dh}{ds} = V_k^2 \dots \dots \dots (12)$$

Застосовуючи до цього випадку пропонуваній нами показовий закон для модуля швидкості, дістанемо:

$$W^2 = W_k^2 \left( \frac{h}{h_k} \right)^x \dots \dots \dots (13)$$

$$\frac{W_k^2 h^{x_1}}{h_k^x} dh = V_k^2 ds \dots \dots \dots (14)$$

або

$$\frac{1}{i_k h_k} h^{x_1} dh = ds \dots \dots \dots (15)$$

Інтегруючи останнє рівняння від 0 до  $S_k$  і від 0 до  $h_k$  знайдемо:

$$S_k = \frac{1}{i_h h_k^x} \cdot \frac{h_k^{x+1}}{x_1 + 1} = \frac{1}{x_1 + 1} \cdot \frac{h_k}{i_k} \dots \dots \dots (16)$$

$$i_k = \frac{g}{\alpha C_k} \frac{x_k}{B_k} \cong \frac{g}{\alpha C^2} \dots \dots \dots (17)$$

### Теоретичний розрахунок борозенного поливу затопленням

Час добігання струменя води при водонепроникному дні і таких же стінках каналу визначається формулою (11). Ми будемо позначати його символом  $t_1$ . При водонепроникному дну і стінках каналу час добігання збільшується відповідно до ступеня фільтрації. Ми пропонуємо цей приріст часу добігання визначати як частку від ділення об'єму води, що профільтрувалася за час добігання  $t_1$ , на витрату води, що подається в голові борозни.

Будемо позначати його через  $t_2 = \frac{W}{Q}$ . Тоді повний час добігання дорівнюватиме:

$$t = t_1 + t_2 \dots \dots \dots (18)$$

Глибина води в момент добігання визначається з співвідношення (5):

$$h = h_k \left[ \frac{\left( \frac{dh}{ds} \right)_k}{\frac{dh}{ds}} \right]^{\frac{1}{x}} \dots \dots \dots (19)$$

або, беручи до уваги формулу (7):

$$h_o = h_k \left( \frac{S}{S_k} \right)^{\frac{1}{x+1}}, \dots \dots \dots (20)$$

де  $x$  — показник русла проф. Бахметьева.

Об'єм води, що профільтрувалася за час добігання, визначається за осередненою кривою зниження рівня води в борозні. При цьому можна вважати, що середній час перебування води в борозні дорівнює половині часу добігання. Тоді, множачи об'єм води, що відповідає поливній нормі, на зниження рівня води за час  $\frac{t_1}{2}$  і поділяючи на наповнення, що відповідає поливній нормі, дістанемо об'єм втрат.

Коефіцієнт шорсткості і фільтраційна здатність ґрунту змінюється протягом зрошувального періоду надзвичайно сильно, тому розрахунок неминуче повинен мати дуже наближений характер і провадитися з певним запасом. У даному випадку ми маємо деяку аналогію до задач статички ґрунту, де також здебільшого визначають не діючі зусилля, а лише його ймовірне найбільше або найменше значення.

Як показують наші трирічні спостереження, коефіцієнт шорсткості для культур, що сильно закривають борозну, як капуста, помідори, змінюється від  $\eta = 0,027$  до  $\eta = 0,065$  і для культур, що не закривають борозну — від  $\eta = 0,027$  до  $\eta = 0,043$ .

Фільтраційна здатність ґрунту, вимірювана сумарним коефіцієнтом фільтрації, змінюється в таких же широких границях, наприклад, для Кам'янки від  $0,266$  см/хв. до  $0,092$  см/хв. тобто в 2,5 рази. Такий же, приблизно, результат ми дістали на важких ґрунтах приміського масиву ПТУ в Херсоні.

**Перевірка пропонуваного розрахунку.** Для перевірки пропонуваного розрахунку було використано матеріал спостережень на Кам'янській дослідно-зрошувальній ділянці. Для прикладання формул (11), (16), (17), (18) і (20) був попередньо складений графік рис. 20 для визначення критичної глибини за формулою



$\frac{aQ^2}{g} = \frac{\omega^3}{B}$ , при чому  $\omega$  і  $B$  приймали за наведеними вище формулами:

$$\omega = 0,0139B^2 + 0,004B^2,$$

$$B = -2,31 + \sqrt{5,33 + 166h}$$

Результати підрахунку зведені в таблицю:

$h$	$B$	$\omega$	$\frac{\omega^3}{B}$	Примітка
0	0	—	0	Усі розміри дані в дециметрах
0,2	1,61	1,172	0,0051	
0,3	2,02	0,303	0,0280	
0,4	2,36	0,452	0,0926	
0,5	2,67	0,633	0,237	

Для витрат:

$$Q = 3 \text{ л/сек.} \quad \frac{aQ^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 3^2}{98,1} = 0,101 ;$$

$$Q = 2 \text{ л/сек.} \quad \frac{aQ^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 2^2}{98,1} = 0,045 ;$$

$$Q = 1 \text{ л/сек.} \quad \frac{aQ^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 1^2}{98,1} = 0,011 .$$

Визначаючи за графіком (рис. 20.) дістаємо:

$$h_k = 0,405 \text{ дцм}$$

$$h_k = 0,335 \text{ "}$$

$$h_k = 0,23 \text{ "}$$

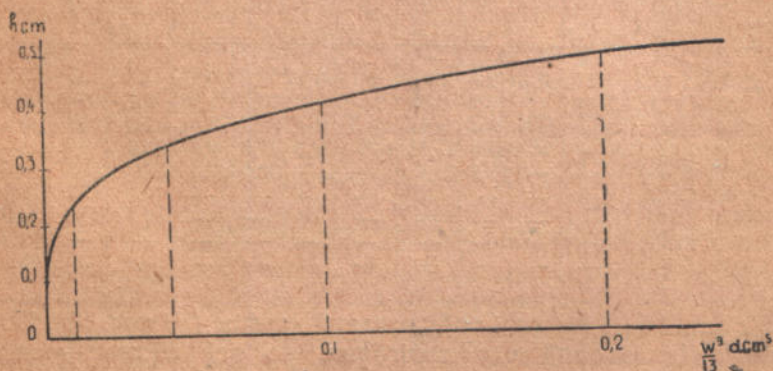


Рис. 20. Графік для визначення критичної глибини.

Відповідні до них коефіцієнти  $C$  бралися за логарифмічним графіком. В таблиці 11 (стор. 37) наведені обчислення критич-

ного спаду за наближеною формулою  $i_k = \frac{g}{\alpha c^2}$  величини  $S_k$  за формулою (16):

$$S_k = \frac{1}{x_1 + 1} = \frac{h_k}{i_k}.$$

При цьому  $x_1$  приймалося, як для широкої параболи, рівним:

$$x_1 = 1 + 2y = 1,4.$$

Таблиця 11

$h_k$	$\eta = 0,027$			$\eta = 0,044$			$\eta = 0,060$		
	$C_k$	$i_k$	$S_k (м)$	$C_k$	$i_k$	$S_k (м)$	$C_k$	$i_k$	$S_k (м)$
0,405	19,0	0,025	0,675	11,8	0,064	0,264	8,8	0,116	0,142
0,335	18,2	0,027	0,517	11,4	0,069	0,203	8,4	0,128	0,109
0,203	16,8	0,031	0,308	10,7	0,078	0,123	7,8	0,147	0,065

Для обчислення часу добігання формула (15) попередньо була зведена до вигляду:

$$t = 0,71 \frac{S_k}{V_k} \left[ \left( \frac{S}{S_k} \right)^{1,41} - 1 \right] \dots \dots \dots (21)$$

підставленням замість  $x = 4 + 2y = 4,4$ .

Обчислення зведені в таблицю:

$\frac{S}{S_k}$	$\left( \frac{S}{S_k} \right)^{1,41}$	$0,71 \left[ \left( \frac{S}{S_k} \right)^{1,41} - 1 \right]$	$q = 3 \text{ л/сек.}$				$2 \text{ л/сек.}$				$1 \text{ л/сек.}$			
			$\eta = 0,027$		$\eta = 0,044$		$\eta = 0,027$		$\eta = 0,044$		$\eta = 0,044$		$\eta = 0,06$	
			$S$	$t$	$S$	$t$	$S$	$t$	$S$	$t$	$S$	$t$	$S$	$t$
10	25,7	17,3	6,75	0,4	2,6	0,15	5,17	0,35	2,0	0,13	—	—	—	—
50	257	173	33,75	4,0	13,2	1,55	25,8	3,5	10,2	1,36	6,1	0,93	3,2	0,5
100	661	462	67,5	10,6	26,4	4,15	51,7	9,3	20,3	3,64	12,3	2,5	6,5	1,3
200	1770	1240	—	—	52,8	11,15	103	24,9	41,6	9,7	24,6	6,7	13	3,53
300	3125	2190	—	—	79,2	19,7	—	—	60,0	17,2	37,0	11,8	19,5	6,2
400	4680	3320	—	—	—	—	—	—	—	—	49,3	17,7	26,0	9,3
600	8300	5900	—	—	—	—	—	—	—	—	74	30,9	39,0	16,3
800	12320	8730	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52,0	24,9
1000	17000	12050	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65,0	34,3

За даними цієї таблиці побудований графік (на рис. 21). По осі ординат відкладений час добігання, по осі абсцис — віддаль. Обчислені криві відповідають другому, п'ятому і десятому поливам, згідно з вимірами коефіцієнта шорсткості. На ті самі графіки нанесені для порівняння спостережені криві добігання для першого, п'ятого і десятого поливів. Розглядаючи графіки, ми відзначаємо:

- 1) криві теоретичні подібні до тих, що ми їх спостерігали,
- 2) всі теоретичні криві, як треба було чекати проходять нижче (неврахування діфільтрації).

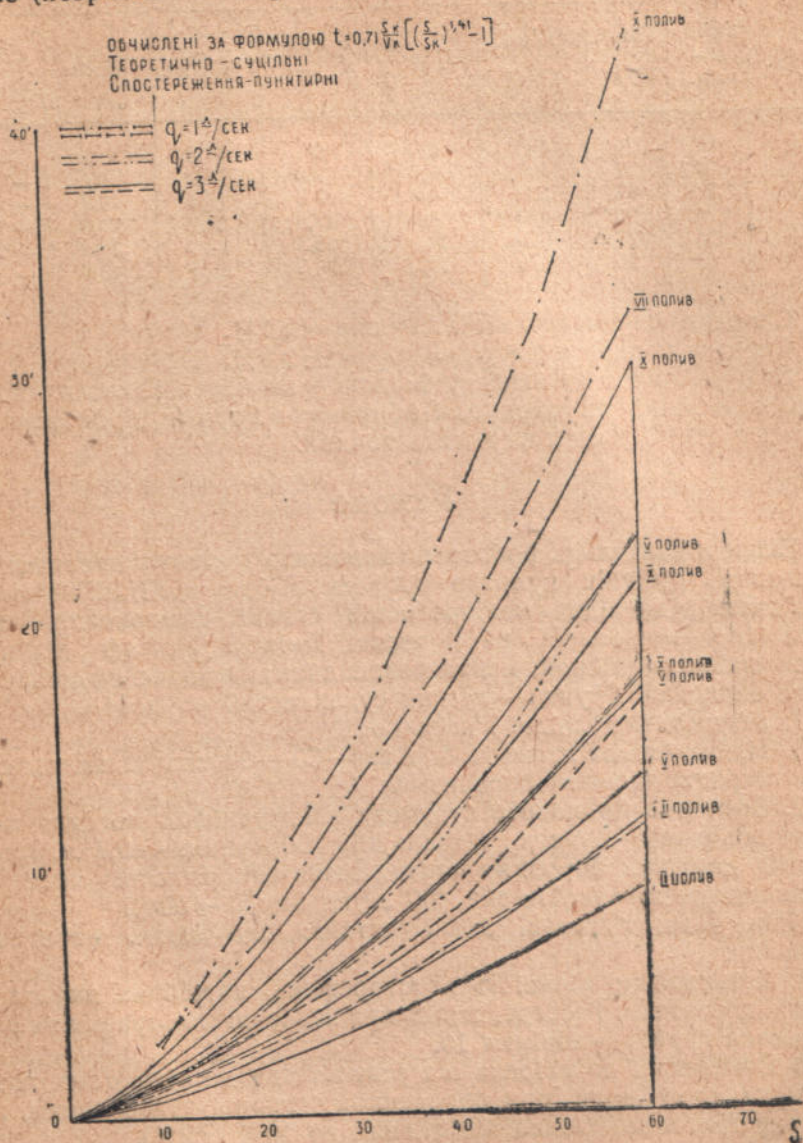


Рис. 21. Осереднені криві добігання.

Для перевірки пропонованого способу врахування фільтрації ми використали криві зниження рівня води в борозні, що відпові-

дають першому, п'ятому і десятому поливам (рис. 6). Результати підрахунків подані в таблиці:

$q$	№№ до-слід.	% втрат	Об'єм втрат	$t_2 = \frac{\omega}{q}$	$t_1$ при $S = 60$	$t = t_1 + t_2$	$t$ <i>сност.</i>	% помилки
3,0	III	19	455	2,5	9	11,5	11,5	0
	V	17	408	2,3	13,5	15,8	16,6	— 9,5
2,0	III	23	552	4,6	11,8	16,4	17,7	— 10,8
	V	20	480	4,0	17,0	21,0	23,3	— 11,1
1,0	V	25	600	10,0	23,3	33,3	32,3	— 10,3
	X	25	600	10,0	30,5	40,5	43,6	— 9,3

Середнє арифметичне відхилення — 5,1%.

Середнє квадратичне відхилення  $\pm 9,2\%$ .

Отже, беручи до уваги умовність у визначенні можливих границь шорсткості та швидкості вбирання в борозні, пропонований метод треба вважати за досить точний.

## Резюме

Експериментальна робота по вивченню поливу борознами за топлення городніх культур проведена була „УНДІГІМ”ом на Кам'янській дослідно-меліоративній станції Дніпропетровської області, розташованій на II терасі Дніпра. Рельєф ділянки надзвичайно спокійний, майже безспадний; мікрорельєф, навпки, дуже складний. Ґрунти — легкий суглинистий чорнозем.

В результаті дослідів з'ясовано:

1. Найвигідніша довжина борозен — 30 — 60 м, залежно від ступеня вкриття борозен рослинами.
2. Величина поливного струменя найзручніша з погляду проведення поливу — 2 л/сек., віддаль між борознами — 0,7 м. Збільшення довжини борозни понад зазначені розміри веде до перевищення поливної норми 400 м<sup>3</sup>/га на 30 — 50%.

Крім того, з'ясовані деякі питання, що мають теоретичне значення:

1. Установлено кількість спостережень, потрібних для одержання достатнього осереднення при вивченні фільтраційних властивостей ґрунту — мінімум 10.

2. Виведена і перевірена на результатах дослідів теоретична формула руху води при борозенному поливі затопленням, що дає середнє квадратичне відхилення до 10% (9,2%).

S. SOKOLOVSKY

## THE WATERING BY INUNDATION FURROWS WITH THE STANDING WATER

### Summary

An experimental work was accomplished by the Ukrainian Institute for Scientific Research in Hydrotechnics and Meliorations. In the Experimental Station of Kamenka — Dniepropetrovsk District, situated on the 2-d terrace of Dnieper.

The surface of the territory of the station is very plane, almost without inclination. The microrelief is on the contrary very complicated.

The soil — light argillaceous black earth.

The experiment was — the watering by inundation's furrows with the standing water.

In the result of the experiments were found out:

1. The most advantageous length of the furrows — 30 — 60 *m* in dependence of the degree of covering the furrows with plants.
2. The size of the water spout — the most convenient from the point of view of watering is 2 *lt/sec*.
3. The distance between the furrows — 0,7 *m*.
4. The increasing of the length of the furrow more of the indicated size lead up to the exceeding of the watering norm (400 *m*<sup>3</sup>/*ha*) of 30 — 50%.

Besides that are found out some questions of theoretical importance:

1. Is established the quantity of the observations necessary for receiving of sufficient sure average figures in studying the filtration nature of the soil — minimum. 10.
2. Is deduced and verified on the results of the experiments the theoretical formula of movement of water as to watering by inundation's furrows with the standing water, which gives an average quadratic declination till 10% (9,2%).

## ЗМІСТ

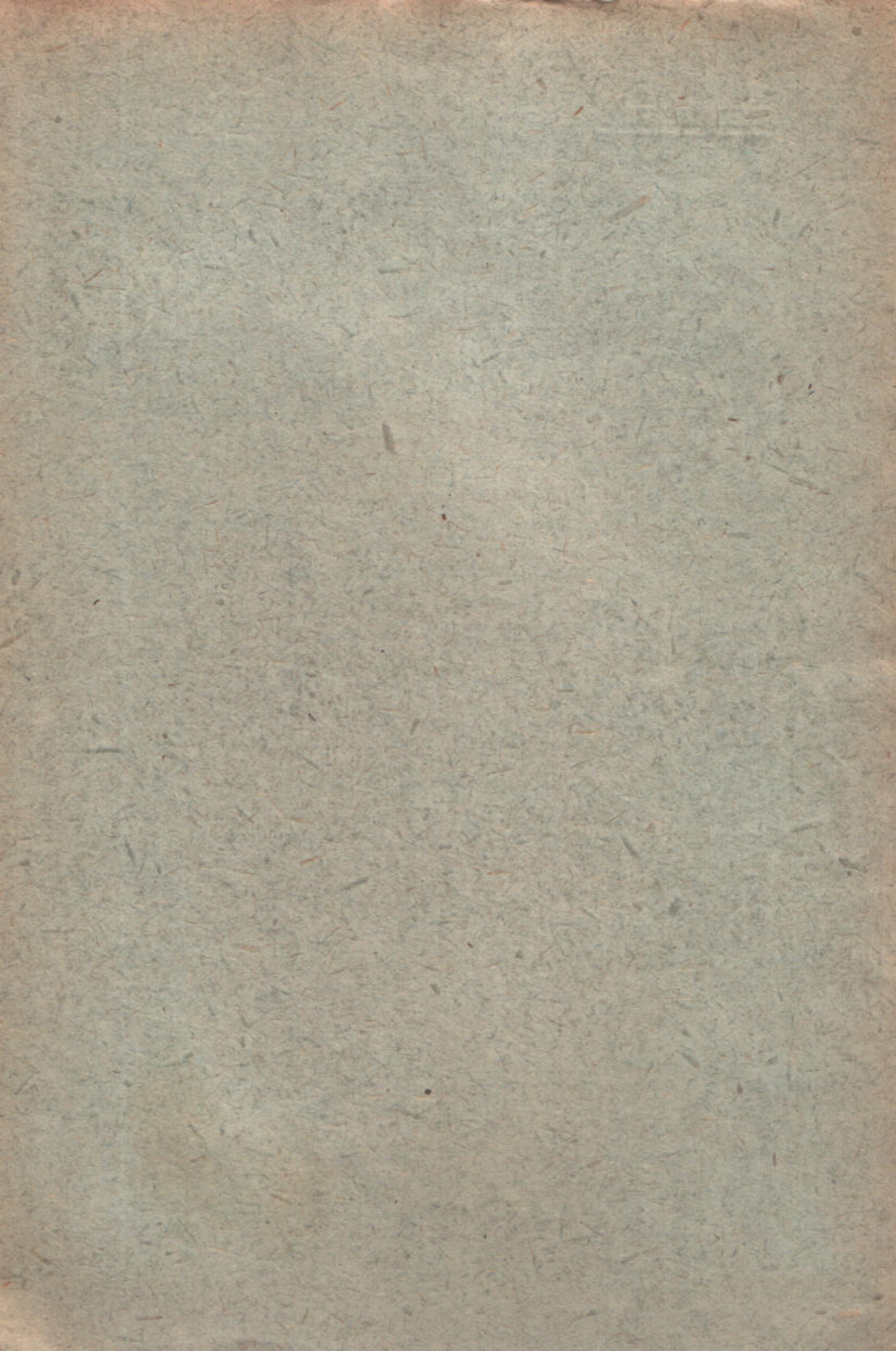
	Стор.
Передмова . . . . .	3
Топографія і ґрунтова характеристика ділянки Кам'янської станції . . . . .	4
Досліди по питанню впливу довжини борозен і величини струменя, що йде в одну борозну, на розподіл вологи і врожай . . . . .	12
Досліди по з'ясуванню оптимальної віддалі між борознами . . . . .	20
Досліди по визначенню коефіцієнта шорсткості . . . . .	21
Досліди по з'ясуванню сумарного коефіцієнта фільтрації . . . . .	25
Досліди по з'ясуванню впливу глибини води в борозні на швидкість вбирання.	28
Про рух хвилі наповнення по сухому дну призматичного каналу з горизонтальним дном при постійній витраті в голові його . . . . .	31
Теоретичний розрахунок борозненого поливу затопленням . . . . .	33
Резюме . . . . .	38
Резюме англійською мовою . . . . .	39

---

Уп. Голівліту № 850. Папір 82×94 см.  $\frac{1}{16}$  аркуша. Вага 1000 арк. 38 кг. Паперов. арк. 2½. В одному паперовому аркуші 102000 знаків. Зам. № 1854. Тираж 1000 прим. Передано на виробництво 5/IV 1936 р. Підписано до друку 2/IX 1936 р

---

Поятава, 3-я Республіканська поліграффабрика ім. Сухомлина



БЕЗПЛАТНО