

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 626.862.4

ДРЕНАЖНЫЕ СКВАЖИНЫ КАК ИСТОЧНИК ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ЗОНЕ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

А. И. Митрахович¹, кандидат технических наук, доцент

А. П. Майорчик², кандидат технических наук, доцент

Н. М. Авраменко³, кандидат технических наук

¹РУП «Институт мелиорации»,

²Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

³Государственное предприятие «Полесская опытная станция»,
п. Полесский, Луннинецкий район, Брестская область, Беларусь

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные для сельскохозяйственного производства вопросы, связанные с негативным влиянием на него погодных условий: участвовавшими засушливыми и влажными периодами. Предлагаются мероприятия, способные в некоторой степени сгладить эти ситуации, в частности за счет более широкого применения орошения на базе дренажных скважин и их возможности по обеспечению подземными водами оросительной техники. Данные получены на основании проведенных БелНИИМВиХ исследований эффективности работы вертикального дренажа на опытно-производственных участках ПОМС Лунинецкого р-на и объекте «Осиповка» Малоритского р-на Брестской обл. общей площадью 1320 га в 1970–1990-х гг. Отмечается, что дренажные скважины следует рассматривать как гарантированный источник водообеспечения оросительной техники подземными водами в нужных объемах в определенных гидрологических условиях.

Ключевые слова: дренажная скважина, мелиоративная система, дождевальная техника, фильтр скважины, коэффициент фильтрации, удельный дебит, орошение, уровни грунтовых вод, гравийная обсыпка, сельхозугодья.

Abstract

A. I. Mitrakhovich, A. P. Mayorchik, N. M. Avramenko

DRAINAGE WELLS AS A SOURCE OF WATER SUPPLY FOR IRRIGATION EQUIPMENT IN THE BELARUSIAN POLESIE AREA

The article discusses issues relevant to agricultural production related to the negative impact of weather conditions on it: more frequent dry and wet periods. Measures are proposed that can somewhat mitigate these situations, in particular due to the wider use of irrigation based on drainage wells and their ability to provide groundwater for irrigation equipment. The data was obtained from BelNIIMiVH, which conducted studies of the effectiveness of vertical drainage in the pilot production sites of POMS of the Luninetsky district and the Osipovka facility in the Maloritsky district of the Brest region with a total area of 1320 ha in the 1970–1990s. It is noted that drainage wells should be considered as a guaranteed source of water supply for irrigation equipment with groundwater in the required volumes in certain hydrological conditions.

Keywords: drainage well, reclamation system, sprinkling equipment, well filter, filtration coefficient, specific flow rate, irrigation, groundwater levels, gravel sprinkling, farmland.

Введение

В последние годы все чаще стали повторяться погодные катаклизмы: засухи и наводнения, которые негативно сказываются на сельскохозяйственном производстве. В таких условиях

требуется разработка новых и совершенствование существующих конструкций мелиоративных систем с учетом возможности их многофункционального назначения и рационального

использования водных ресурсов. С засухой бороться трудно. Неэффективными становятся и осушительно-увлажнительные системы с двухсторонним регулированием водного режима, базирующиеся на использовании местного стока: как правило, запасов воды в каналах в засушливые периоды не хватает для поддержания требуемого уровня грунтовых вод на сельхозугодиях, и многие водоприемники пересыхают. В неустойчивых погодных условиях с превалированием засушливых периодов орошение сельхозугодий в некоторых районах республики следует рассматривать как один из способов уменьшения негативных последствий засухи в ряде отраслей сельскохозяйственного производства [1]. Одной из основных проблем орошения является обеспечение дождевальной техники водой. Гарантированным ее источником в условиях Полесья являются грунтовые и подземные воды с глубины 1,5–3 м от поверхности, которые каптируются

Результаты исследований и их обсуждение

Главным показателем эффективной работы скважины является ее дебит (расход), который зависит от гидрогеологических условий, способа бурения, конструкции фильтра, состава гравийной обсыпки и других факторов. По химическому составу вода из скважин опытных участков гидрокарбонатно-натриевая с общим количеством растворенных солей 0,5 г/л, без агрессивных кислот. Она пригодна для орошения сельскохозяйственных культур без ограничений.

Гидрогеологические условия опытного участка на ПОМС являются типичными для многих районов Белорусского Полесья. С поверхности до глубины 0,9–1,2 м участок представлен мелкозернистыми торфяниками, подстилаемыми современными и древними аллювиальными образованиями мощностью 1–2 и 5–7 м соответственно.

Ниже залегают пески пылеватые, мелко- и среднезернистые с прослоями крупнозернистых песков. Встречаются также прослои глины и суглинка на глубине 50–53 м, повсеместно залегают меловые отложения. Средняя мощность водоносного горизонта – 45 м, средний коэффициент фильтрации – 15–17 м/сут., водопроводимость – 570–800 м²/сут.

(забираются) водозаборными дренажными скважинами. На территории Белорусского Полесья естественные (возобновляемые) ресурсы пресных подземных вод составляют 83,3–92,5 м³/с. По всей Полесской низменности они более чем в 20 раз превышают их современное потребление в народном хозяйстве. В сельскохозяйственном производстве подземные воды на орошение практически не используются.

Скважины являются основным элементом мелиоративной системы вертикального дренажа, эффективность действия которой установлена на опытно-производственных осушительно-оросительных системах Полесской опытно-мелиоративной станции (ПОМС) на площади 1000 га и объекте «Осиповка» Малоритского р-на Брестской обл. на площади 320 га [2, 3]. Принцип работы этих систем заключается в понижении уровня грунтовых вод путем откачки воды из скважин и использовании подземных вод на орошение.

Участок на ПОМС строился в два этапа (две очереди). Основные характеристики дренажных скважин 1-го этапа приведены в табл. 1. Все они были пробурены станками УКС-22М и имели диаметр 300 и 350 мм и глубину 25–45 м. Использовались фильтры скважин трех типов: щелевые, проволочные и проволочно-щелевые с гравийной обсыпкой толщиной 7,5–12 см. Дебит скважин составлял 100–250 м³/ч, удельный дебит – от 3 до 24,5 м³/ч.

Орошение участка осуществлялось дождевальными машинами «Волжанка», «Фрегат» модификации ДМ-424-90 и проводилось по двум схемам: при подаче воды к дождевальным установкам непосредственно из скважин погружными насосами и из бассейна суточного регулирования подогретой водой центробежными насосами. В скважине, которая обеспечивала работу «Волжанки», был установлен насос ЭЦВ-12-210-55, а на «Фрегате» – ЭЦВ-12-16-65. В 1979 г. на орошение было подано 27,3, в 1984 г. – 125, в 1987 г. – 132 тыс. м³ воды.

Поливная норма поддерживалась около 300 м³/га. На протяжении 1980–1982 гг. эти дождевальные машины работали стабильно. В общей сложности за 1981 г. скважина с «Фрегатом» отработала на орошение 366 ч, причем

полив производился в одну смену. За период с 25 мая по 26 августа 1981 г. «Фрегат» сделал пять полных оборотов. Скважина с «Волжанкой» отработала на орошение 112 ч. Второй «Фрегат», работавший на воде из бассейна, отработал в этом сезоне 102 ч.

В 1984 г. скважины работали в режиме орошения 695 ч. Установлено, что периодическая работа скважин на орошение незначительно сказывается на понижении УГВ в радиусе ее действия. Наблюдения показали, что сработка уровня грунтовых вод за один полив не превышала 10–15 см в радиусе 100–150 м от скважины, и через 1–2 сут. происходило почти полное его восстановление [4, 5]. Работа дождевальных машин непосредственно

от скважин значительно уменьшала расход электроэнергии. Так, на один полив «Фрегатом» из скважины израсходовано 3600 кВт·ч, на полив от стационарной оросительной насосной станции с учетом подачи воды из скважин в бассейн – 9800 кВт·ч. За оросительный период (5 поливов) экономия электроэнергии при работе одного «Фрегата» составила свыше 30 тыс. кВт·ч [6].

Скважины на 2-й очереди строительства на площади 670 га были иной конструкции, чем на первой, и бурение их велось как ударно-канатным способом станком УКС-22 диаметром 1000 мм, так и способом обратной промывки.

Характеристика дренажных скважин на второй очереди ПОМС приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Характеристики скважин вертикального дренажа на Полесской опытно-мелиоративной станции (ПОМС, 1-й этап)

Номер скважины	Удельный дебит, м ³ /ч	Глубина скважин, м	Суммарная длина фильтра, м	Диаметр фильтра, мм	Тип фильтра и его длина (в скобках), м
1	18,3	47	31,7	300	П(21,5)+Щ(10,2)*
2	14,3	30	21,2	350	П(12,2)+Щ(9,0)
3	9,5	36	27,5	300	П
4	15,0	32	21,8	350	П(11,2)+Щ(10,6)
5	13,8	30,5	21,8	300	Щ
6	24,5	25	15,7	350	П(9,7)+Щ(6,0)
7	20,6	30	24,4	350	Щ
8	8,0	30	20,8	350	П(15,0)+Щ(5,8)
9	5,4	27	15,5	350	П(14,0)+Щ(1,5)
10	7,8	44	24,5	300	П(17,4)+Щ(7,1)
11	19,1	37	27,8	300	П(20,8)+Щ(7,0)
12	11,8	30	18,0	350	П(12,0)+Щ(6,0)

Примечание. *П – проволочный; Щ – щелевой.

Таблица 2 – Основные характеристики дренажных скважин (2-й этап)

Номер скважины	Глубина, м		Длина фильтра, м		Диаметр фильтра, мм		Площадь фильтра, м ²		Удельный дебит, м ³ /ч
	скважины	установки фильтра	в интервале	общая	внутренний	наружный	в интервале	общая	
1	40	7,4–17,3	9,90	25,60	630	650	20,20	42,38	<u>50</u> 500
		18,8–28,2	9,40		430	450	13,28		
		32,2–38,5	6,30		430	450	8,90		
2	35	7,3–16,5	9,20	22,20	630	650	18,77	37,13	<u>35</u> 350
		20,3–33,3	13,00		430	450	18,36		
3	35	5,50–11,85	6,35	18,95	630	650	12,96	32,77	<u>40</u> 400
		13,8–17,0	3,20		630	650	6,53		
		24,4–33,8	9,40		430	450	13,28		
4	37	8,0–14,0	6,00	15,00	630	650	12,24	24,95	<u>30</u> 300
		26,0–35,0	9,00		430	450	12,71		
5	38	6,0–12,5	6,50	18,5	630	650	13,26	26,07	<u>20</u> 200
		25,0–37,0	12,00		325	340	12,81		

Примечание. В знаменателе расход скважин (м³/ч) при динамическом понижении уровня воды в скважине 10 м.

Верхняя часть фильтровой колонны глубиной до 16 м выполнена из труб диаметром 630 мм, нижняя – из труб диаметром 430 мм, что обусловлено установкой вверху нисходящих колен сифонных трубопроводов. Фильтр скважин выполнен со щелевыми отверстиями и проволоочной обмоткой, поверх которой уложена волокнисто-пористая полиэтиленовая оболочка, изготовленная в БелНИИМивХ. Ее параметры: толщина – 6 мм, масса 1 м² – 2 кг, пористость – 67–70 %, коэффициент фильтрации – 400–600 м/сут. Строительство скважины глубиной 35–40 м бригадой из трех человек осуществлялось за 8–14 дней. Скважины устанавливались в мелко- и среднезернистых песках с коэффициентом неоднородности 1,5–3,2. Гравийная обсыпка выполнялась на всю глубину скважин, для чего применялся отмытый гравий с диаметром частиц от 0,25 до 7,0 мм и коэффициентом неоднородности 8,0. Наибольший удельный дебит 50 м³/ч был достигнут у скважины 1, имевшей наибольшую площадь фильтра (42,58 м²). При динамическом понижении уровня воды в скважине 10 м и более дебит скважины изменяется от 200 до 500 м³/ч.

Сравнивая производительность скважин, построенных разными способами, можно отметить, что при строительстве способом обратной промывки удельный дебит скважин был значительно выше. По осушительному действию и возможности обеспечения водой оросительной техники одна скважина, построенная способом обратной промывки (скв. 3) может заменить

две скважины с проволоочным фильтром, построенные ударно-канатным способом (скв. 5).

Фильтры из волокнисто-пористых полиэтиленовых оболочек высокоэффективны и позволяют повысить долговечность и надежность работы скважин. Они могут применяться не только в мелиорации, но и водоснабжении, особенно в сочетании с каркасом из полиэтиленовых труб.

Еще одна система вертикального дренажа была построена на объекте «Осиповка» Малоритского района Брестской области [7].

Участок площадью 320 га имеет сложное геоморфологическое, гидрогеологическое и почвенное строение: заболоченный луг, покрытый кустарником, с обилием микропонижений. Геология участка представлена торфяником мощностью 0,3–1,0 м, подстилаемым мелкозернистым песком с прослоями торфа, супесей и суглинков мощностью 1,5–2,0 м и мелкозернистыми и пылеватými песками мощностью 13,5–35 м. В песчаной толще встречаются линзы супесей и суглинков мощностью до 2,5 м. Далее с глубины 31–32 м залегают четвертичные отложения, представленные пылеватými и мелкими песками, которые подстилаются плотными глинами мощностью 9,0–11,5 м. Ниже повсеместно залегают отложения верхнего мела. Коэффициенты фильтрации водоносной толщи по данным откачек колеблются в пределах 19–25 м/сут., а определенные по зависимости А. Хазена – 11–14 м/сут. Характеристика опытных скважин с проволоочным фильтром представлена в табл. 3.

Таблица 3 – Характеристики дренажных скважин объекта «Осиповка»

Номер скважины	Глубина скважины, м	Диаметр фильтра, мм	Длина фильтра, м	Удельный дебит, м ³ /ч
1	27,0	325	24,5	15,0
2	39,5	426	33,6	18,5
3	38,5	273	20,3	17,5
4	39,0	325	24,5	15,0
4а	18,5	325	15,8	14,0
5	30,2	426	26,0	15,4
6	40,0	273	21,4	14,5
7	40,0	273	21,4	18,0
8	39,5	325	26,5	15,0
9	25,5	426	22,7	14,5

Строительство скважин производилось роторным способом с обратной промывкой, диаметр бурения – 1 м. Контур гравийной обсыпки составлял 35 см на всю глубину скважины. Скорость бурения таким способом значительно выше, чем ударно-канатным. Так, скважина глубиной 40 м была пробурена за 9 ч, тогда как при ударно-канатном способе – за 6–20 дней. Все скважины оборудованы проволочным фильтром на общей колонне. Дебит их достигал 200 м³/ч (удельный дебит – 14–18 м³/ч).

В результате проведенных откачек из одиночных скважин на объекте «Осиповка» было установлено, что по эффективности осушения в сложных гидрогеологических условиях они уступают действию скважин на ПОМС, но вполне способны поддерживать требуемую норму осушения на большей части участка. Действие одной скважины за сутки распространялось на площадь более 80 га, а за четверо суток – более чем на 120 га.

Орошение участка производилось дождевальными машинами «Фрегат», «Волжанка» и аппаратами «ДД-30» со стационарной оросительной сетью. При этом вода из двух скважин по закрытому трубопроводу подавалась непосредственно на «Фрегат», а «Волжанка» работала как непосредственно из скважины, так и из бассейна.

Данные по дебиту (расходу) дренажных скважин в диапазоне от 100 до 400 м³/ч при динамическом понижении уровня воды в скважине 10 м и более показали, что дренажные

скважины исследованных конструкций могут обеспечивать водой дождевальные установки такие как ПДМ-2500 с расходом 60-80 м³/ч, дождевальные машины кругового действия 360А, 320А с расходом 126-170 м³/ч, а также некоторые типы дождевальных машин с расходом от 180 до 300 м³/ч и др.

Анализ динамики понижения воды в скважинах показал, что при удельном дебите скважин более 15 м³/ч оросительные установки с центробежным насосом высотой всасывания более 5 м и расходом 40–60 м³/ч могут работать с забором воды непосредственно из скважин. По данным ОАО «Барановичипромбурвод» стоимость строительства 1 п. м. скважины диаметром 325 мм в настоящее время составляет ориентировочно 600–1000 руб., скважина глубиной 35 м будет стоить около 2800 руб. При осушении скважиной площади 30 га – стоимость 1 га составит ориентировочно 1200–1400 руб., что сопоставимо со стоимостью реконструкции 1 га дренажа.

Таким образом, в определенных гидрологических условиях строительство неглубоких высокодебитных скважин дает возможность расширить область применения оросительной техники за счет гарантированного в регионе Полесья источника их водообеспечения – подземных вод, а также позволяет повысить эффективность мелиоративных мероприятий в засушливые периоды и положительно отражается на увеличении продуктивности осушенных земель.

Выводы

1. Рассмотрены условия строительства дренажных скважин на двух осушительно-оросительных объектах с гидрогеологическими условиями, типичными для региона Полесья с высоким залеганием уровней грунтовых вод и водоносной толщей мощностью более 30 м.

2. Установлена производительность дренажных скважин в зависимости от их конструкции и способа бурения. Наиболее эффективными оказались скважины, выполненные способом обратной промывки.

3. Показаны возможности дренажных скважин по величине дебита обеспечивать оросительные установки водой в требуемом количестве на протяжении всего вегетационного периода при их работе непосредственно из скважин и через насосную станцию.

4. Приведены данные о комплексном использовании скважин при работе в режиме осушения и орошения, обеспечивающие оперативное регулирование водного режима почв.

Библиографический список

1. Митрахович, А. И. О регулировании водного режима почв на осушенных землях с учетом экстремальных погодных условий / А. И. Митрахович, Н. М. Авраменко // Мелиорация. – 2015. – № 2 (74). – С. 58-66.
2. Осушение земель вертикальным дренажем / А. И. Мурашко [и др.]. – Минск : Ураджай, 1980. – 244 с.
3. Костюкович, П. Н. Гидрогеологические основы вертикального дренажа / П. Н. Костюкович // Наука и техника. – 1979. – С. 223-250.
4. Митрахович, А. И. О производительности конструкции скважин на опытно-производственных системах вертикального дренажа в зоне Полесья / А. И. Митрахович, В. Т. Климков, А. П. Майорчик // Вода. – 2016. – № 07/08. – С. 2-3.
5. Авраменко, Н. М. Орошение культурных пастбищ подземными водами на торфянисто-глеевых почвах Полесья : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Н. М. Авраменко. – Минск : БелНИИМил, 1992. – 24 с.
6. Митрахович, А. И. Регулирование водного режима почв вертикальным дренажем / А. И. Митрахович, Н. М. Авраменко // Мелиорация переувлажненных земель : сб. науч. работ. – Минск : БелНИИМил, 2002. – Том XLIX. – С. 78-82.
7. Мурашко, А. И. Вертикальный дренаж в сложных природных условиях / А. И. Мурашко, А. И. Митрахович // Мелиорация переувлажненных земель : сб. науч. работ. – Минск : БелНИИМил, 1986. – Том XXXIV. – С. 120-127.

Поступила 20.08.2019