

УДК 627.5331.536

**РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ**

А.П. Русецкий, кандидат технических наук
(Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси)

В многолетнем периоде наблюдения за стоком, как известно, имеются годы, значительно различающиеся по водности. Если назначить расчетную производительность насосной станции польдерной системы, равной некоторой величине Q_p , то в одни годы будут наблюдаться периоды, когда расход стока с осушаемой территории превысит расход Q_p , в другие – окажется меньше его. В периоды превышения стока над откачкой вода будет аккумулироваться в каналах и после их заполнения выльется на поверхность почвы в понижениях и затопит некоторую площадь. В такие годы не обеспечивается требуемый водный режим весной, сроки сева сельскохозяйственных культур затягиваются, а часть продукции оказывается недополученной. Если производительность насосной станции назначить больше Q_p , то число лет, в которых не обеспечивается требуемый водный режим весной, сократится, возрастет за многолетие сбор сельскохозяйственной продукции. Но при этом из-за более мощной насосной станции возрастут и единовременные капитальные затраты на ее строительство и ежегодные издержки на эксплуатацию. В связи с этим возникает задача подбора такой производительности насосной станции (или модуля откачки), при которой за многолетний период соотношение между потерями сельскохозяйственной продукции и капитальными затратами будет наиболее выгодным.

Согласно методике определения сравнительной экономической эффективности вариантов, лучшим считается тот, к которому относятся минимальные приведенные затраты. Для решения поставленной задачи нами в 1974 г. была разработана методика расчета приведенных затрат польдерных систем и на ее основе выполнено обоснование выбора наиболее экономически эффективных модулей откачки (см. Отчет НИР, Б406814 // Разработка методов осушения с машинным водоподъемом для Полесья / Русецкий А.П. – М., 1974). Методика включает: определение топографических характеристик осушаемой территории, параметров регулирующей и проводящей сети, гидрологические расчеты для определения гидрографов стока различной обеспеченности, гидравлические и водобалансовые расчеты для установления водного режима почвы, расчеты по определению урожайности сельско-

Мелиорация переувлажненных земель 2004 №1(51)

хозяйственных культур, сельскохозяйственных издержек, эксплуатационных затрат на сети, капитальных и ежегодных эксплуатационных затрат на насосной станции. Выполнить перечисленные расчеты возможно только применительно к конкретным объектам, так как в качестве исходных данных взяты топографические, почвенно-геологические, гидрологические, метеорологические и другие характеристики, не поддающиеся комплексному обобщению. В связи с этим поставленная задача решалась применительно к конкретной полевой системе «Месятичи-Морозовичи» Пинского района Брестской области. Выбранный объект сравнительно типичен для Белорусского Полесья и расположен в его центральной части. Осушается он открытой регулирующей сетью с расстоянием между осушителями 200 м и глубиной 1,2-1,6 м, средняя глубина коллектора равна 1,8 м, магистрального канала – 2,5-3,0 м. В устье магистрального канала располагается насосная станция с осевыми насосами, площадь объекта равна 3400 га.

Расчеты приведенных затрат выполнены для лет с максимальными среднесуточными модулями стока обеспеченностью 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0 и 99 % при насосных станциях с модулями откачки 0,5; 0,75; 1,0; 1,3; 1,67 л/с·га и для трех вариантов сельскохозяйственного использования земель (табл. 1).

Таблица 1. Структура севооборота

Севооборот	Культура	Площадь под культурой, %
I	Озимые зерновые	14
	Яровые зерновые	24
	Пропашные	14
	Многолетние травы	48
II	Яровые зерновые	38
	Пропашные	14
	Многолетние травы	48
III	Яровые зерновые	13,8
	Пропашные	0,4
	Многолетние травы	85,8

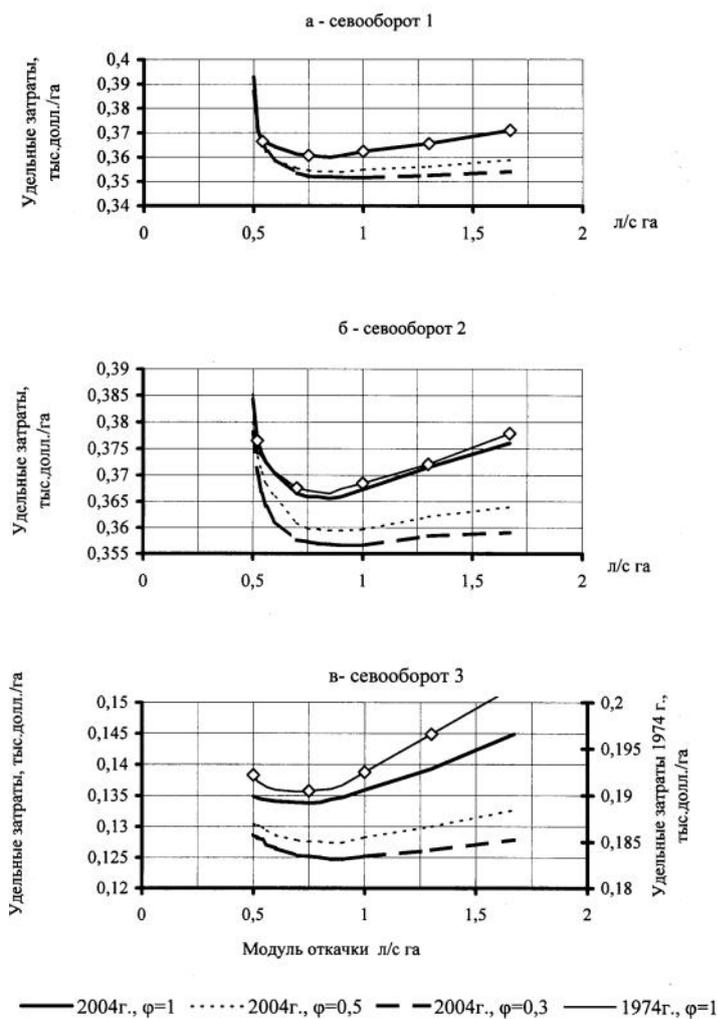
В расчетах применены модели типовых гидрографов стока и формулы максимальных среднесуточных модулей стока В.Ф. Шебеко [1], способ расчета снижения уровней грунтовых вод С.Ф. Аверьянова с дополнениями П.И. Закржевского [2], разработки по определению влияния водного режима в весенний период на урожай сельскохозяйственных культур В.Ф. Шебеко и П.И. Закржевского [3], уравнения себестоимости сельскохозяйственного производства Г.М. Лыча [4].

Выполненные расчеты позволили определить среднесуточные приведенные затраты при каждом значении модуля откачки насосной станции для каждого севооборота. Оптимальные модули откачки, которым соответствуют минимальные среднесуточные приведенные затраты, приведены в табл. 2 (гр. 3) и показаны на рисунке. Наибольший модуль откачки относится к I севообороту, включающему озимые (14 %) и яровые (24 %) зерновые и травы (48 %). Несколько меньшее оптимальное значение модуля откачки получено для II севооборота, у которого озимые зерновые заменены яровыми, и наиболее низкий модуль откачки оказался при увеличении площади под многолетними травами до 85,8 %, снижены площади под пропашными культурами с 14 до 0,4 % и исключены озимые зерновые в III севообороте. Графики зависимости приведенных затрат от модулей откачки в области, близкой к минимальным значениям, имеют пологий характер (см. рисунок). Сложность и большое число различных расчетов, упоминавшихся выше, с использованием различных приближений, не позволяют считать полученные оптимальные модули откачки по расчету абсолютно достоверными. Поэтому представляется интерес диапозон изменения модулей откачки при отклонении приведенных затрат в большую сторону на небольшую величину, например на 0,5 %. Для этого случая получен диапозон модулей откачки и обеспеченностей стока, в пределах которых приведенные затраты не отличаются от оптимальных расчетных более чем на 0,5 % (табл. 2, гр. 4, 5). Из этих данных видно, что диапозон модулей откачки и обеспеченностей стока имеет значительное расширение, однако тенденция к снижению модулей откачки с увеличением удельного веса в севооборотах многолетних трав с исключением озимых зерновых сохраняется. Для практических расчетов при проектировании насосных станций диапозон рекомендованных модулей откачки, в пределах которых приведенные затраты близки к оптимальным, несколько сужен (табл. 2, гр. 7). Эти значения модулей откачки вошли в рекомендации [5] и использовались при проектировании насосных станций польдерных систем в Белорусском Полесье для нового осушения до начала 90-х гг.

Таблица 2. Оптимальные и рекомендуемые модули откачки и их обеспеченности

Номер севооборота	Оптимальные по расчету		При отклонении оптимальных затрат на 0,5 %		Рекомендованные для проектирования	
	обеспеченность, %	модуль откачки, л/с га	обеспеченность, %	модуль откачки, л/с га	обеспеченность, %	модуль откачки, л/с га
I	11	0,9	3-19	0,67-1,29	10	0,8-1,0
II	14	0,8	5-22	0,61-1,14	15	0,7-0,9
III	16	0,75	8-28	0,55-0,96	20	0,6-0,8

Мелиорация переувлажненных земель 2004 №1(51)



Приведенные затраты в зависимости от модуля откачки насосной станции: а – севооборот 1; б – 2; в – севооборот 3
 $\varphi = K_{рем.}/K_{н.ст.}$ ($K_{рем.}$ – затраты на ремонт насосной станции; $K_{н.ст.}$ – полная стоимость насосной станции).

В более поздний срок в республике новое осушение практически прекращено, а принятой концепцией предусматривается только реконструкция устаревших систем, ремонтные работы и эксплуатация имеющихся мелиоративных объектов. При этом, с начала 90-х гг. произошли существенные изменения цен на материалы, энергоносители, составляющие себестоимость сельскохозяйственной продукции, эксплуатационные работы, влияющие на приведенные затраты. В связи с этим возникла новая задача – обоснование расчетных модулей откачки для определения расходов насосных станций при их реконструкции с учетом изменившегося паритета цен. Решение этой задачи выполнено также на примере польдерной системы «Месятичи-Морозовичи» по той же методике, что и раньше, но при современных ценах, выраженных в долларах США. Стоимость электроэнергии определена по цене на 01.04.2004 г. в размере 102,08 руб./кВт·ч с учетом НДС. Общий индекс изменения стоимости строительно-монтажных работ с учетом стоимости материальных ресурсов по Брестской области на 01.04.2004 г. принят 1103,8 [6]. Стоимость производства сельскохозяйственной продукции принята средней по Пинскому району в 2003 г.: сена – 26,7, сахарной свеклы – 49,4, зерновых – 110 и картофеля – 150 тыс. руб. за тонну.

При реконструкции польдерных систем возможны случаи, когда потребуется строительство новой насосной станции вместо изношенной, или ремонт старой с частичным сохранением ее элементов. Для второго случая в расчетах предусмотрены два уровня затрат: 50 и 30 % от строительства новой насосной станции.

В расчетах приведенных затрат учитывались только изменяющиеся по рассматриваемым вариантам издержки: себестоимость сельскохозяйственной продукции, затраты на строительство и эксплуатацию насосной станции, электроэнергию для откачки воды, ремонтные работы на затопляемой части польдера.

Результаты расчета среднесрочных приведенных затрат по современным ценам в зависимости от принятого модуля откачки насосной станции и при разной доле затрат на ее ремонт ($j = K_{\text{рем.}}/K_{\text{н. ст.}}$) показаны на рисунке ($K_{\text{рем.}}$ – затраты средств на ремонт, $K_{\text{н. ст.}}$ – полная стоимость насосной станции). Все графики имеют минимум приведенных затрат, которым соответствуют наилучшие варианты модулей откачки. Их значения (табл. 3, гр. 4) для I-го и II-го севооборотов практически одинаковы и находятся в пределах 0,83-1,0 л/с·га. Для III-го севооборота, характеризующегося большой удельной площадью под травами, наилучшие модули откачки меньше предыдущих и находятся в пределах 0,75-0,87

Мелиорация переувлажненных земель 2004 №1(51)

л/с-га. Для всех севооборотов при снижении капитальных затрат (j) на реконструкцию насосных станций для получения оптимального варианта требуется более высокий модуль откачки (табл. 3, рисунок). Обеспеченность максимальных среднесуточных модулей стока, равных оптимальным модулям откачки для I и II севооборотов, находится в пределах 8-13 %, а для III севооборота – 12-16 % (табл. 3, гр. 3).

Таблица 3. Расчетные обеспеченности максимальных среднесуточных модулей стока и расчетные модули откачки для реконструкции польдерных систем

Номер севооборота	Доля затрат на ремонт от стоимости насосной станции, ф	Оптимальные по расчету		Модуль откачки при отклонении приведенных затрат от оптимальных на 0,5 %	Расчетные	
		обеспеченность стока, %	модуль откачки, л/с-га		обеспеченность стока, %	модуль откачки, л/с-га
1	1	13	0,85	0,64-1,00	14-8	0,8-1,0
	0,5	11	0,92	0,68-1,26	11-5	0,9-1,1
	0,3	8	1,00	0,70-1,50	8-4	1,0-1,2
2	1	13	0,83	0,68-1,00	14-11	0,8-0,9
	0,5	11	0,92	0,70-1,11	11-8	0,9-1,0
	0,3	8	1,00	0,71-1,20	8-5	1,0-1,1
3	1	16	0,75	0,52-0,85	18-14	0,7-0,8
	0,5	13,5	0,83	0,69-0,96	14-11	0,8-0,9
	0,3	12	0,87	0,71-1,10	11-8	0,9-1,0

При приведенных затратах больше оптимальных на 0,5 %, что не выходит за пределы точности расчетов, модули откачки находятся в диапазонах, приведенных в гр. 5 табл. 3. Эти данные указывают на возможность отклонения модулей откачки в большую и меньшую стороны от полученных оптимальных без существенного ухудшения эффективности.

В связи с этим предлагается для целей реконструкции польдерных систем выбирать расчетный модуль откачки насосных станций из диапазона его значений, приведенных в табл. 3, гр. 7. Обеспеченность максимальных среднесуточных модулей стока, соответствующая предлагаемому в качестве расчетных модулям откачки, дана в табл. 3, гр.6.

В случаях, когда природные условия расположения польдера близки к тем, которые приняты в расчетах, расчетный модуль откачки может быть выбран из предлагаемого диапазона его значений в табл. 3. Если условия будут существенно отличаться, то из табл. 3 следует выбрать расчетную обеспеченность и для нее по методикам гидрологических расчетов определить максимальный среднесуточный модуль стока,

приняв расчетный модуль откачки равным этому модулю стока.

Расходы насосных станций польдерных систем при реконструкции, определенные по расчетным модулям откачки, должны быть увеличены на расход фильтрации воды через тело и основания ограждающих дамб.

Сопоставление результатов расчета по современным ценам (на 01.04.2004 г.) с результатами в ценах 1974 г. (см. рисунок) показывает, что при $\varphi = 1$, несмотря на произошедшие в них изменения, оптимальные модули откачки во всех вариантах севооборотов остались практически прежними. При $\varphi < 1$ модули откачки следует принимать большими, чем при $\varphi = 1$.

Выводы

При реконструкции польдерных систем с машинным водоотводом, в случае полной замены насосной станции на новую, расход откачки следует определять как для нового строительства по существующим рекомендациям. В случае частичных ремонтов насосных станций расход откачки для получения наибольшей экономической эффективности необходимо увеличивать.

Расчетный модуль откачки польдеров центральной части Белорусского Полесья для реконструкции насосных станций следует выбирать из табл. 3, для других условий следует гидрологическим расчетом определять максимальный среднесуточный модуль стока по обеспеченности, приведенной в табл. 3, и принимать его за расчетный.

Литература

1. Шебеко В.Ф. Практическое пособие по гидрологическим расчетам при проектировании осушительно-увлажнительных систем. Ч. II. – Мн., 1976.
2. Закржевский П.И. Оценка водного режима осушенных болот в весенний период. // Водное хоз-во Белоруссии. Вып. 3. – Мн., 1973. – С. 14-21.
3. Закржевский П.И., Шебеко В.Ф. Определение влияния динамики влажности почвы на урожай сельскохозяйственных культур. // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. науч. тр. БелНИИМиВХ. Т. XX. – Мн., 1972. – С. 78-86.
4. Шебеко В.Ф., Лыч Г.М., Закржевский и др. Техничко-экономическое обоснование обеспеченности максимальных расходов весеннего половодья при расчете осушительных каналов и водоприемников. // Мелиорация переувлажненных земель. Тр. БелНИИМиВХ. Т. XX. – Мн., 1972. – С. 30-53.
5. Рекомендации по польдерному осушению в Белорусском Полесье. - Мн.: БелНИИМиВХ, 1973. – 60 с.
6. Сборник индексов изменения стоимости цен и тарифов в строительстве по регионам и в среднем по Республике Беларусь.- Вып. 4. Кн. 1. – Мн., 2004. – 284 с.