

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

Вопросы мониторинга и управления водными ресурсами на ирригационных системах (ИС) при современных глобальных климатических изменениях (деградация горных ледников, планетарное потепление климата, расширение площади опустынивания и т.п.) принимает исключительное важное народнохозяйственное значение в связи с острейшим дефицитом поверхностных вод, который в перспективе будет только возрастать. Одной из основных проблем рационального использования водных ресурсов в орошаемом земледелии является неудовлетворительное техническое состояние ИС и гидротехнических сооружений (ГТС). По причине выхода из строя ирригационных систем (ИС) не используются по назначению 656 тыс. га орошаемых земель или 32% имеющихся в наличии (общий недобор валового дохода до 200 млрд. тенге в год) [1].

Поэтому необходим мониторинг технического состояния ИС и ГТС при управлении водными ресурсами для полива с/х культур. По данным МСХ РК 21,4% магистральных каналов (МК) южного Казахстана, находящихся в республиканской собственности, требуют реконструкции. Кроме того, в неудовлетворительном состоянии находятся 28,4% МК при коммунальной собственности, 33,3% частной собственности и 71,0% для бесхозных. Мировая практика свидетельствует, что регулярный мониторинг технического состояния ИС и ГТС позволяет оперативно управлять водными процессами и сократить ущерб от вредного воздействия вод и возможных аварий.

В этой связи были организован и проведен комплекс натурных исследований на 2-х массивах орошения Жанакорганского района Кызылординской области и Кордайского района Жамбылской области, включающий следующие виды работ:

- обследование конструкций и их элементов, с установлением их соответствия проектным размерам (ввиду долгосрочной эксплуатации);
- производство оценки технического состояния конструкций и соединений, выявление их дефектов, в том числе оценка состояния материала конструкций;
- выбор участков для отбора проб или проведения испытаний конструкций на месте;
- сопоставление данных натурных исследований с космическими снимками.

При выполнении тестовых испытаний были использованы следующие приборы и оборудования: георадар ОКО-2 АБ-400 профиля 0,001 - радиоволновое зондирование поверхности каналов и ГТС; тахеометр Т S02- геодезические работы; гидровертушка ГР-21 №235- скорости течения воды, водомерные рейки и ленты; рамка 1x1 м - фенологические исследования растительности; батометр-бутылка- отбор проб мутности воды; надувная лодка-промер глубин воды и скоростей течения, фотоаппарат и т.д.

Жанакорганский массив орошения (рисунок 1) имеет межхозяйственные каналы – 86,4 км и внутрихозяйственные каналы – 948 км (97% обоих в земляном русле), а также 19 ГТС. Георгиевский массив орошения имеет магистральный канал (МК) – 4,2 км, межхозяйственные каналы – 111,5 км и 23 ГТС [2].

Так как срок эксплуатации каналов и сооружений на Жанакорганской (1966-76 гг.) и Георгиевской (1931-1936 гг.) ИС составляет свыше 50-80 лет, многие из них характеризуются ухудшенным техническим состоянием, следовательно, и сниженными гидравлической эффективностью и эксплуатационной надежностью. Фактический износ каналов и ГТС составляет более 60 %, что обусловлено рядом факторов: деформацией русел каналов, их размывами и заилением, разрушением облицовок и их швов, повышенной шероховатостью их русел, зарастанием дна и откосов водной

растительностью, значительными потерями воды на фильтрацию, изменением режима и условий эксплуатации. Влияние этих факторов приводит к снижению пропускной способности (иногда в несколько раз) канала, отклонению основных параметров живого сечения канала (глубины, ширины) от проектных значений, увеличению потерь воды на фильтрацию, значительному уменьшению КПД каналов, отказам в их работе, заключающихся в прорывах дамб, разрушении плит одежд, затоплении и подтоплении прилегающих к каналам территорий.



Рисунок 1 - Обзорные космические снимки Жанакорганской и Георгиевской ИС

Проведены исследования:

- на Жанакорганской ИС (рисунок 2), 11 сооружений Келинтобинского МК: головной водозабор (ПК-7), Р-10 (ПК-309), Р-11 (ПК-401), Р-13 (ПК-490), Р-14 (ПК-503), Р-15 (ПК-607), Р-16 (ПК-674), Р-18 (ПК-783), Р-19 (ПК-788), Р-20 (ПК-804), Р-21 (ПК-833); а также магистральные (Келинтобе, Сумагар); межхозяйственные каналы и коллектора (К-1, К-2-2) на длине 8,5 км;

- на Георгиевской ИС (рисунок 3), 18 сооружений Правой (тройник-вододелитель (ПК-42 МК), головной гидрост (ПК-4), Р-112 (ПК-103), Р-116 (ПК-125), дюкер (ПК-256), Р-118 (ПК-153), акведук (ПК-253)) илевой ветки (Р-4(ПК-157), Калгутинский (ПК-204), Р-6 (ПК-228), Р-8 (ПК-253), Р-10 (ПК-322), Р-14 (ПК-384), Р-16 (ПК-431), Р-16 бетонный (ПК-450), дюкер (ПК-487), Р-18 (ПК-10 бетонный канал), Р-20 (ПК-95)); каналы Правой ветки на длине 3,5 км.



Рисунок 2 – Жанакорганская ИС



Рисунок 3 – Георгиевская ИС

Для определения потенциальных дефектов проведена георадарная съемка вышеуказанных ГТС и каналов (рисунки 5, 6).

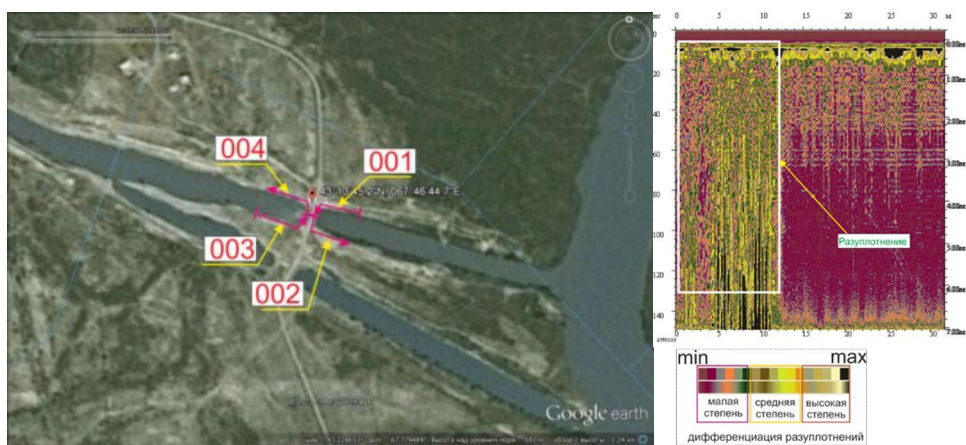


Рисунок 5 – Головное водозаборное сооружение Жанакорганской ИС



Рисунок 6 – Гидроузел Р-112 Правой ветки Георгиевской ИС

Профиль № 002 левый берег головного водозаборного сооружения Жанакорганской ИС: на глубину до 0,7 м на длине от 0 до 32 м от водозабора отмечаются разуплотнения средней и малой степени; на расстоянии от 0 до 12 м разуплотнение

средней и высокой степени на глубину до 7 м; на расстоянии от 23 м до 32 м разуплотнение средней и высокой степени на глубину до 0,7 м; на расстоянии 12 м до 32 м до глубины 7 м разуплотнения малой и средней степени.

Профиль № 0002, правый берег МК водозаборного сооружения Р-112 Георгиевской ИС: на глубину до 0,7 м на длине от 0 до 30 м от водозабора отмечаются разуплотнения средней и малой степени; на расстоянии от 0 до 12 м и от 13 м до 19,5 м разуплотнение высокой степени на глубину до 1 м; на расстоянии от 28 м до 30 м разуплотнение высокой степени на глубину до 0,7 м; на расстоянии 0 до 6,5 м и от 12,5 м до 20 м разуплотнение средней степени на глубину до 3,1 м; на расстоянии от 14,5 м до 16 м на глубине от 2 м до 2,5 м объект - большой камень или строительный мусор; до глубины 7 м разуплотнения малой и средней степени/

Анализ результатов натурных исследований показал, что для таких каналов в земляных руслах, как Келинтобинский МК Жанакорганской ИС, Правая и Левая ветки Георгиевской ИС, характерно влияние на шероховатость и гидравлические сопротивления зарастания русла водной растительностью в береговой зоне, преимущественно камышом и рогозом. При этом для Правой ветки на участке ПК-229 – ПК-257 были получены очень высокие значения коэффициентов шероховатости $n = 0,0534-0,0799$, которые превысили нормативные значения по СНиП 2.06.03-85 [3] в 2,3-3,4 раза. Это привело к существенному снижению пропускной способности (в 2,2-3,8 раза) в сравнении с проектной. Вместе с тем, на Келинтобинском МК и каналахлевой ветки в земляных руслах значения коэффициентов шероховатости близки к нормативным, что было обусловлено малым зарастанием русел водной растительностью или незначительным их влиянием вследствие проведения необходимых работ по уходу за надлежащим состоянием русел каналов в период их эксплуатации. Для облицованных русел каналов наблюдались нарушения связанные с деформациями плит облицовки под воздействием водного потока, разрушение швов и поверхности бетона при эксплуатации, а также с образованием полей погруженных в воду сине-зеленых водорослей, что обуславливают высокие значения суммарного относительного повреждения и повышение коэффициента шероховатости до значений $n=0,0249-0,0275$.

На основании гидравлических исследований построен график зависимости коэффициентов гидравлического сопротивления λ от расходов Q , дающий удовлетворительную сходимость с натурными данными (рисунок 7).

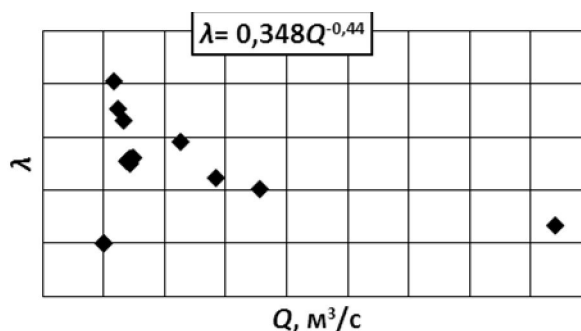


Рисунок 7 – График зависимости коэффициентов гидравлического сопротивления λ от расходов Q

Анализ позволил отметить следующее: зона изменчивости гидравлических сопротивлений каналов в земляных руслах при расходах до 30 м³/с имеет расширенный диапазон изменения значений коэффициентов, который сужается и при расходах 60...80 м³/с, практически остается постоянной с малым изменением. Влияние зарастания русел каналов особенно сильно проявляется в начале зон шероховатости и сопротивлений при относительно небольших расходах до 10...30 м³/с, где значения коэффициентов шероховатости и гидравлических сопротивлений при зарастании превышают их по сравнению с нормальным состоянием русел каналов в 2-3,5 раза. Как для земляных, так и бетонных русел каналов можно выделить некоторую среднюю границу, которая будет соответствовать нормальному состоянию русла, а выше данной границы будут располагаться значения n или λ , изменяющиеся при эксплуатации под влиянием зарастания.

Увеличение коэффициента шероховатости русла канала при зарастании каналов водной растительностью до 0,02–0,03 приводит к значительному уменьшению пропускной способности и нарушению технологических требований к расходам в период первоначального затопления рисовых полей Жанакорганской ИС. При достижении значений коэффициента шероховатости 0,04–0,05 отмечается нарушение режима орошения риса.

Наличие водной растительности в канале существенно сказывается на увеличении коэффициента шероховатости русла при густоте растений $N > 10$ шт./м², а при меньшем значении это влияние составляет не более 5–10 % [4]. Исследования, проведенные на Жанакорганской и Георгиевской ИС, показали, что на каналах, находящихся в эксплуатации свыше 40 лет густота растений изменяется от $N = 20-30$ шт./м² до $N = 100-120$ шт./м², причем водная растительность покрывает дно и откосы каналов, что приводит к увеличению коэффициента шероховатости в 2-10 раз, по сравнению с состоянием русел свободных от растительности. Зарастания водной растительностью магистральных каналов характеризуется расположением растительности в основном на откосах каналов, при густоте растений $N = 30-100$ шт./м².

На обследованных каналах и ГТС зафиксированы следующие недостатки: практически на всех обследованных объектах имеются зоны разуплотнения грунта берегов каналов и участков прилегающих к ГТС, бетонные конструкции имеют значительные поверхностные разрушения и деформации, что требует земляных и бетонных ремонтных работ, необходим ремонт, замена и установка нового механического оборудования, подведение электричества и оснащение электрооборудованием, необходима автоматизация средств водоучета и управления гидроузлами.

Отмечены следующие основные причины деформаций и повреждения ИС и ГТС:

- природные факторы – температурный режим (резкие перепады температуры), ветровая эрозия, абразивный износ поверхностей соприкасающейся с водным потоком, насыщенным наносами и др.;

- биологические - зарастание каналов тростником, осоками, кустарником и другой влаголюбивой и сорной растительностью;

- гидрологические - сток воды по откосам и дну каналов, выклинивание грунтовых вод у оснований откосов каналов и устьев коллекторов, стекание воды по сточным воронкам, отложение ила и др.;

- метеорологические - периодические замерзания и оттаивания грунта на откосах каналов, его высыхание вследствие изменения температуры и влажности воздуха и почвы и др.;

- физико-химические - осадка грунта, изменение степени плотности и устойчивости грунта, состав воды (гидрохимия) воздействие на бетонные конструкции и др.;

- антропогенные: недочеты в процессе проектирования и строительства ИС и ГТС, из-за несовершенства нормативных требований; нарушение эксплуатационного режима водоподачи; нарушение водного кодекса РК на мелиорируемых землях (пастьба и прогон скота по каналам, проезд на тракторах и машинах по бермам и через каналы, повреждения смотровых колодцев и устьев коллекторов и др.); несвоевременное устранение повреждений, в результате чего, зона их распространения возрастает, и др.

На оросительной сети и коллекторах имеются следующие повреждения: разрушение откосов вследствие неустойчивых грунтов, подмыва оснований откосов текущей по каналу водой, размыв поверхностным стоком, повреждения скотом и др.; зарастание русла каналов сорной растительностью (травянистая, моховая и древесно-кустарниковая); размыв и заиление русла каналов; деформации каналов вследствие осадки грунта. На ГТС встречаются подмывы и просадки грунта, гниение деревянных частей, заиление труб-переездов и др.

В целом состояние ИС и ГТС оценивается как удовлетворительное, однако повреждения и непредвиденные процессы, связанные с недостаточным объемом инженерно-геологических изысканий, качеством проектных проработок, старением материалов и износом сооружений характеризуют: местные оползания и размыв откосов каналов, подпорных сооружений и береговых примыканий, подмыв основания, контактную фильтрацию в сопряжениях сооружений, эрозию бетона, снижение прочностных характеристик материалов и т.п.

Список литературы

- 1 Т. Кененбаев. Требуется комплексная модернизация ирригации и дренажа в Казахстане. Орошение ждет кардинальных мер. АгроЖаршы, № 38 (216) от 28.09.2012 г.
- 2 Жанақорған ауданының 2012 жылғы су пайдаланудың жылдық есебі. Жанақорған, «Жанақорғансушар» өндірістік участкесі, 2013.
- 4 [СНиП 2.06.03-85](#). Мелиоративные системы и сооружения. Срок действия продлен письмом Госархстроя РК № АК-6-20-19 от 06.01.1992.
- 5 Беновицкий Э.Л. Вывод расчетных зависимостей для коэффициента шероховатости частично заросших русел // Водные ресурсы. – 1988. – № 1. – С. 68–74.