

## **Исследования гидравлических переходных процессов на закрытой оросительной системе Подымалово (участок северный в Башкирии)**

**Д. С. БЕГЛЯРОВ, д-р техн. наук, проф. (МГУ природообустройства)**

**И.Ю. САХАРОВ, инж. (ОАО «Концерн Росэнергоатом»)**

**Б. И. ДЕРБЕРЕНДИКЕР, инж. (Современная гуманитарная академия)**

*Ключевые слова: закрытая оросительная сеть, напорная система водоподачи, насосная станция, дождевальная машина, клапан для впуска и заземления воздуха, обратный клапан.*

*Keywords: the closed irrigating network, pressure head system of water giving, pump station, pump, pressure head pipeline, raining machine, valve for an admission and air jamming, back-pressure valve.*

В статье представлены результаты расчётно-теоретических исследований переходных процессов в напорной системе водоподачи с насосной станцией при наличии средств защиты от гидравлического удара.

Проектирование и строительство закрытых оросительных систем (ОС) неразрывно связано с необходимостью изучения процессов, происходящих в трубопроводах, научного обоснования методов и средств стабилизации гидравлических режимов в них с целью повышения надёжности оросительной сети и эффективности отдачи мелиорируемых земель. При эксплуатации ОС большую роль играет технологическая связь в системе «насосная станция - поливная техника». Отсутствие такой связи приводит к перерывам в работе насосных агрегатов, возникновению недопустимого повышения давления (гидравлических ударов) в закрытой сети, излишним сбросам воды и др. Применяемая же широкозахватная дождевальная техника на таких системах предъявляет жёсткие требования к насосным станциям (НС) по обеспечению заданного напора в сети при переменном расходе.

Данная работа посвящена расчётно-теоретическим исследованиям переходных процессов в НС № 2 и закрытой оросительной сети (ЗОС) участка Подымалово - Северный (Уфимский район Башкортостана). Оросительная сеть выполнена из стальных труб диаметром от 800 до 1600 мм.

Вода на ОС забирается насосами из аккумулирующего бассейна, отметки воды в котором могут изменяться от 169,5 до 174 м. Для подачи её в закрытую оросительную сеть на НС установлены два насоса Д 1600-90 с рабочим колесом диаметром 540 мм, асинхронными электродвигателями А 4-400Х-4 с частотой вращения 1450 мин<sup>-1</sup> и одного насоса 200 Д-90 с электродвигателем М 280-Л-4 с частотой вращения 1470 мин<sup>-1</sup>.

Отличительной особенностью ЗОС является то, что отметки заложения труб по мере удаления от НС значительно понижаются. Так, при максимальной отметке уровня воды в резервуаре 174 м минимальная отметка оси трубопровода в узле 22 всего 97,2 м, то есть перепад уровней составляет 76,8 м. В связи с этим при небольших расходах воды в сети напоры, создаваемые насосами, будут значительно превышать необходимые значения, то есть перерасход электроэнергии при этом будет весьма существенным. Кроме того, потребуется установка регуляторов для очень большого снижения давления в сети. Заметим, что выбор диаметров в данном случае сделан при уже заданном значительном напоре на НС, поэтому на участках орошаемого массива с низкими отметками (удалённых от НС) диаметры ЗОС приняты меньшими, чем это обычно происходит на основании технико-экономических расчётов. Уменьшение диаметров трубопроводов приводит к образованию больших скоростей движения воды в них при максимальных расходах, что неблагоприятно сказывается на протекании гидравлических переходных процессов.

Для расчётов была принята схема ЗОС, включающая 49 разных участков оросительных трубопроводов. Трубопроводы, строительство которых предусмотрено во вторую очередь, в расчётную схему не включены. В принятой схеме каждый агрегат на НС учитывался индивидуально.

Поскольку геодезическая высота подъёма воды для данной ЗОС отрицательная, не было необходимости проводить расчёты гидравлических переходных процессов, вызываемых аварийным отключением насосных агрегатов (после этого давление в системе будет постепенно уменьшаться). Не выполнялись также расчёты этих процессов, возникающих при плановых (оперативных) отключениях насосов, поскольку они проявляются после закрытия электрифицированных задвижек на напорных линиях насосов. Наибольшую опасность для ЗОС представляют гидравлические удары, возникающие в результате отключения дождевальная машины (ДМ) «Фрегат». Поэтому был выполнен расчёт гидравлического переходного процесса для наиболее неблагоприятного случая - работы лишь одной ДМ «Фрегат» в наиболее удалённом узле.

Время закрытия задвижки было принято равным 45 с, что соответствовало требованиям безаварийного отключения ДМ «Фрегат» при её неисправности. Расход воды ДМ был принят в соответствии с проектом -90 л/с. Кроме этого, учитывались утечки воды из сети 36 л/с, которые были равномерно распределены в узлах схемы (по 3 л/с в узле). Суммарный расход в сети составлял 126 л/с. Подача этого расхода воды осуществлялась одним насосом 200-Д-90. Установка регуляторов давления не учитывалась.

Результаты расчёта переходного процесса показаны на рисунке.

Как следует из приведённых графиков, при отсутствии регуляторов давление во многих узлах ЗОС недопустимо велико. Так, в узле 30 оно составляет 1,58 МПа (158 м), в узле 46 -1,27 МПа (127 м), в узле 49-1,48 МПа (148 м). К весьма значительному повышению давления - на 1,34 МПа (гидравлическому удару) - приводит отключение задвижки в узле 46, где оно достигает 2,6 МПа. При использовании регуляторов рабочие давления в сети, безусловно, могут быть уменьшены, но и в этом случае закрытие задвижки у ДМ «Фрегат» приведёт к большому повышению давления. Так, если принять, что рабочее давление в точке присоединения ДМ «Фрегат» будет снижено даже до 0,7...0,8 МПа, что практически маловероятно, то при закрытии задвижки за 45 с давление превысит 2 МПа, что нельзя считать допустимым.

С учётом вышесказанного для безаварийной эксплуатации данной ОС прежде всего необходимо использовать двухзонную систему водоподачи: первая зона от 97 до 144 м, вторая - от 144 до 170 м. Подвод воды к дождевальным машинам, находящимся на пониженных отметках, с помощью низконапорных насосов позволит существенно сократить давление в трубопроводах при всех режимах работы ОС. Для снижения давления при гидравлических переходных процессах, вызываемых отключением ДМ, целесообразна замена задвижек на гидрантах дисковыми поворотными затворами. Регулируемое (неравномерное) закрытие их позволяет практически исключить повышение давления в системе.

В настоящее время дисковые затворы диаметром 200 мм промышленность в достаточных количествах не производит, поэтому можно рекомендовать другой способ снижения давления. Для этой цели установленная на гидранте ДМ задвижка с гидроприводом оборудуется обводной линией диаметром 50 мм с вентилем, который при работе ДМ открыт. При аварийном отключении машины за 45 с через открытую обводную линию сбрасывается расход, значительно снижающий давление в трубопроводе при переходном процессе, однако давление на входе в ДМ из-за значительных потерь напора в обводной линии не превышает 0,20 МПа, и поэтому движения машины не происходит.

Гидравлические переходные процессы, вызываемые отключениями насосных агрегатов, в данном случае не могут привести к каким-либо повышениям давления. Значительную сложность для ЗОС будет представлять заполнение её водой после каждого

отключения НС. Тем более что возможность её опорожнения после отключения станции, обусловленная положительным уклоном трасс трубопроводов от НС, достаточно велика.

При открытой запорной арматуре на гидрантах ДМ при заполнении ОС в трубопроводах могут развиться очень большие скорости движения воды, поскольку потери давления при выходе из трубопровода воздуха будут незначительными. После полного заполнения ЗОС водой гидравлическое сопротивление сильно возрастает (~ в 800 раз), что может привести к резкому торможению потока и значительному повышению давления (гидравлическому удару). В связи с этим для выпуска воздуха при заполнении сети водой должна быть предусмотрена установка вантузов во всех концевых точках трубопровода. Пуск насоса при заполнении ЗОС водой должен осуществляться при закрытой запорной арматуре на гидрантах всех ДМ.

## Выводы

1. Для уменьшения рабочих давлений в закрытой оросительной сети участка Подымалово - Северный и снижения затрат электроэнергии необходимо использовать двухзонную систему подачи воды: первая с отметками от 97 до 144 м, а вторая -от 144 до 170 м.
2. Аварийное отключение ДМ «Фрегат» с помощью обычной задвижки в удалённой от насосной станции низко расположенной точке сети приводит к недопустимому повышению давления. В таких случаях для предупреждения аварийных ситуаций на ЗОС задвижки следует оборудовать обводной линией.