

### Библиографический список

1. Широков Ю.А., Ивакина Е.Г. Производительность и условия труда: связь и перспективы улучшения // Экономика труда. 2021. Т. 8. № 3. С. 251-260.
2. Широков Ю.А. Оценка рисков в сфере безопасности труда в связи с повышением пенсионного возраста / Ю.А.Широков // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 6. С. – 29-34.

УДК: 628.672.2

### ПРОБЛЕМА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НАПОРНЫХ СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Орлова Наталия Александровна, студентка 3 курса института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.*

*Али Мунзер Сулейман, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.*

*Аннотация:* в статье рассматривается состав систем водоснабжения и определение их параметров, изложен принцип работы насосных станций и систем водоснабжения, а также рассмотрены способы регулировки режимов работы насосных установок при совместной работе с системами водоснабжения.

*Ключевые слова:* насосная станция, переходные процессы, клапаны для впуска и заземления воздуха, мембрана, расход, напор.

Частые изменения режима работы систем водоподачи приводят к возникновению переходных процессов во всех элементах системы, что может сопровождаться значительными повышениями давления (гидравлическими ударами), в отдельных случаях эти повышения давления приводят к прорывам труб, поломке трубопроводной арматуры и насосов.

Повышение эффективности и долговечности систем водоподачи, зависит как от их правильного проектирования (выбора труб, трубопроводной арматуры, разветвлённости и протяжённости сети и т.д).

Поэтому для предотвращения недопустимых повышений давления в системы водоподачи, при переходных процессах, необходимо иметь возможность выполнять с достаточной точностью расчёты этих процессов.

Целью данной работы является разработка методики и рекомендаций для защиты систем водоподачи от переходных процессов для повышения эффективности и долговечности их работы.

Причины возникновения переходных процессов в системах водоподачи:

1. Одновременное отключение параллельно работающих насосных агрегатов.
2. Отключение одного из нескольких параллельно работающих насосов.

3. Изменения режима работы насосной станции является пуск насосных агрегатов.

4. Отключение и включение дождевальных машин на оросительных системах.

Гидравлический удар - резкое повышение давления в трубопроводе с движущейся жидкостью, возникающее при быстром перекрытии запорных устройств, которое распространяется по трубопроводу в виде упругой волны со скоростью  $C$ .

Он зависит от упругости жидкости и стенок водовода, длительность стадии сжатия не зависит от силы гидроудара, а определяется лишь временем распространения ударной волны по трубе, поэтому у заглушки она равна времени, необходимому для прохода ударной волны по трубе «туда» и «обратно».

В зависимости от времени распространения ударной волны  $T$  и времени перекрытия задвижки (или другой запорной арматуры)  $t_z$ , в результате которого возник гидроудар, можно выделить 2 вида ударов:

1) Полный (прямой) гидравлический удар, если время перекрытия меньше времени распространения ударной волны.

Они подразделяются на:

- Положительный полный гидроудар;
- Отрицательный полный гидроудар.

2) Неполный (непрямой) гидравлический удар. При неполном гидроударе фронт ударной волны не только меняет свое движение, но даже выходит за пределы закрытую до конца задвижку.

Они подразделяются на:

- Положительный неполный гидроудар;
- Отрицательный неполный гидроудар.

Для описания нестационарных процессов движения воды в трубопроводах служат уравнения, которые представляют собой дифференциальную форму уравнения неразрывности и уравнения количества движения. В узлах задается связь между этими уравнениями, которой определяются условия отражения волн (краевые условия).

Мероприятия по предотвращению недопустимого повышения давления в ЗОС при переходных процессах:

1. Средства, предназначенные для сброса воды:

- Неограниченный сброс воды через насосы;
- Ограниченный сброс воды через насосы (обратный клапан с обводной линией, обратный клапан с программированным закрытием);
- Сброс воды через специальные устройства (предохранительное устройство с разрывной мембраной, клапан-гаситель).

2. Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды:

- Воздушные резервуары;
- Аэрационные клапаны;

- Устройства для впуска воды.

Анализируя изложенное можно сделать вывод, что эффективность мероприятий по защите напорных трубопроводов ЗОС от недопустимого повышения давления при переходных процессах, зависит не только от точности выполнения расчётов по определению величин максимального повышения давления и места, в котором оно может произойти, но и от правильности выбора средств защиты.

### **Библиографический список**

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Чебаевский В.Ф. Насосы и насосные станции: Учебник / М.С. Али, Д.С. Бегляров, В.Ф. Чебаевский. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 330 с.
2. Вишневский К.П. Расчет гидравлических ударов в кольцевых трубопроводных сетях. – В.ст. Проблемы обводнения и сельскохозяйственного водоснабжения сельских и населенных пунктов. М.:в /о Союзводопроект. 1985. с 50-54.
3. Карамбиров С.Н., Новые подходы в моделировании и оптимизации трубопроводных систем. Основы, концепции, методы. - LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 355с