

спорт в 2010 г.

	По сравнению с 2009 г., %	Экспорт российской нефти (всего), тыс.	По сравнению с 2009 г., %
	106.8	20 671.1	98.5
	102.7	18 457.2	97.5
	103.5	20 824.2	101.2
	105.1	20 686.9	993.0
	104.0	21 022.9	99.4
	103.0	19 593.3	503.4
	103.5	21 400.4	107.7
	105.3	20 481.5	99.7
	108.5	19 248.0	93.3
	110.8	21 138.2	100.0
	103.1	20 096.6	97.5
	99.4	226 987.5	105.5

аны, экспорт в 2010 г.

	По сравнению с 2009 г., %	Экспорт газа за рубеж, млн м <sup>3</sup>	По сравнению с 2009 г., %
	113.2	19 849.3	242.8
	119.9	17 144.6	214.7
	108.6	15 155.5	212.9
	109.0	13 562.0	194.3
	105.1	13 701.3	104.6
	119.2	12 264.1	99.4
	115.9	11 856.8	78.0
	114.8	11 401.4	76.5
	117.1	13 088.2	91.9
	119.3	17 714.5	112.3
	98.0	17 166.7	88.1
	115.9	162 968.4	113.0

# ЭНЕРГИЯ ENERGY

ЭКОНОМИКА • ТЕХНИКА • ЭКОЛОГИЯ

# 11'2011

Ежемесячный научно-популярный  
и общественно-политический  
иллюстрированный журнал  
Издается с января 1984 г.

© Российская академия наук, 2011 г.  
© Редколлегия журнала "Энергия:  
экономика, техника, экология"  
(составитель), 2011 г.

**2**

**М.Ф. КРОТОВ, С.В. КОРОБЦЕВ, В.Н. ФАТЕЕВ,  
Р.О. САМСОНОВ, С.И. КОЗЛОВ**  
Производство водорода  
из органического сырья

**10**

**В.Г. НИКОЛАЕВ**  
Тенденции развития  
мировой ветроэнергетики

**18**

**В.Н. ГРЕБЕННИК, Н.Е. КУХАРКИН,  
Н.Н. ПОНОМАРЁВ-СТЕПНОЙ**  
О высокотемпературных  
газоохлаждаемых реакторах

**23**

**Г.Р. МИНГАЛЕЕВА**  
Комплексные решения проблем  
утилизации и захоронения CO<sub>2</sub>

**28**

**Л.К. СИЛЬВЕСТРОВ**  
Схватка за Арктику

**36**

**ПРЕСС-КЛИП**

**38**

**Е.И. ПУПЫРЕВ, В.Е. КОРЕЦКИЙ,  
А.Б. АНАПОЛЬСКИЙ**  
Санитарная очистка Москвы  
от бытовых отходов:  
проблемы и решения

**48**

**И.Л. ЖДАНОВ**  
Мобильная станция подкачки  
питьевой воды

**53**

**А.А. ШВЫРЯЕВ**  
Анализ риска для опасных  
производственных объектов  
газотранспортных предприятий  
ОАО "Газпром"

**59**

**А.А. СОЛОВЬЁВ, Н.А. РУСТАМОВ**  
Всероссийские научные  
молодёжные школы  
"Возобновляемые источники энергии"  
в МГУ им. М.В. Ломоносова

**62**

**А.А. КОШЕЛЕВ**  
Китайцам воду из Байкала пить?..

**68**

**А. КАЛИНИН**  
В ожидании странного мира

**72**

**Андрей ВАГАНОВ**  
Русский язык и инженерное искусство



Москва  
Издательство "Наука"  
2011

Журнал издается под руководством  
Президиума Российской академии наук

для сбора оставшихся загрязняющих примесей и механическая сепарация металла. Проверенные и подготовленные бутылки измельчаются в дробилке. Измельчённая фракция далее по технологической линии подаётся системами пневмотранспорта.

Перед мойкой в аэросепараторе происходит удаление частично отделившихся этикеток и других лёгких элементов. Материал подаётся в бункер предварительной мойки, где происходит отделение тяжёлых и взвешенных загрязняющих примесей, таких как стекло, песок, камни.

Затем материал подвергается многоэтапной мойке в подогретой воде с добавлением реагентов для окончательной мойки. Моечная вода отделяется от потока материала, очищается и возвращается в технологический процесс. Процесс мойки осуществляется непрерывно и автоматически регулируется. Подогрев воды осуществляется паром. В качестве моющих средств используется раствор соды.

Отмытые хлопья ПЭТФ прополаскиваются для отделения снятых с хлопьев загрязнений и удаления остатков использованных химических реактивов. На горизонтальном сепараторе загрязнённая вода отделяется от материала ПЭТФ. Промывочная вода фильтруется и возвращается во флотационный бак. Чистые хлопья ПЭТФ поступают на сушку. Просушенные хлопья затариваются в мешки биг-бэг.

В 2008 г. в Москве реализован проект мини-ТЭС, работающей на биогазе, образующемся при очистке сточных вод на Курьяновских очистных сооружениях. При сжигании 4000  $\text{нм}^3/\text{ч}$  биогаза на мини-ТЭС будет вырабатываться 10 МВт электроэнергии и 9 Гкал тепловой энергии. Проект выполнен Институтом совместно с австрийской фирмой EVN.

Накопленный опыт проектирования объектов санитарной очистки Москвы Институт готов применять при разработке аналогичных систем других городов и регионов России.

## МОБИЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ПОДКАЧКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ\*

(на примере  
реализованного проекта)

Кандидат технических наук  
И. Л. ЖДАНОВ  
(Компания АДЛ)

Обеспечение жителей Москвы чистой, безопасной питьевой водой в любое время суток – одна из главных задач МГУП «Мосводоканал». Возникновение аварийных ситуаций с насосным и другими видами технологического оборудования, с электрическим питанием, а также проведение профилактических работ и любые внештатные ситуации не должны нарушать или ухудшать холодное водоснабжение жилых зданий.

Для предупреждения подобных ситуаций городская система водоснабжения постоянно модернизируется, в непрерывном режиме работает комплекс автоматизированных систем, направленных на предупреждение аварийных ситуаций и обнаружение неисправностей. В случае аварийных ситуаций, которые всё же случаются, несмотря на то что системы водоснабжения дублированы и троированы, обычно используются привозные ёмкости с питьевой водой, что существенно ограничивает водопотребление и ухудшает санитарное благополучие населения на время ремонтных работ.

В рамках программы реализации концепции повышения надёжности систем

*\*Проект был представлен на XV юбилейном Европейском АВОК – ЕНІ симпозиуме "Инновационное энергоэффективное оборудование". Москва, 18–20 апреля 2011 г. ([www.abok.ru](http://www.abok.ru)).*

© И.Л. Жданов



**Рис. 1.**  
**Общий вид установки.**

холодного водоснабжения в случае аварийных ситуаций МГУП «Мосводоканал» совместно с Компанией АДЛ выполнили проект по поставке станции подкачки питьевой воды на базе фургона на шасси ЗИЛ-5301 и дизельной электростанции Wilson P30E2 24 kW (рис. 1). Новизна данного решения состоит в том, что такой способ подкачки воды, ранее применявшийся только в мобильной пожарной технике, впервые реализован для нужд коммунального водоснабжения.

К проекту были предъявлены следующие требования:

- изготовить надёжное, долговечное, ремонтнопригодное изделие;

- найти компактное техническое решение для размещения конструкции в кузове автомобиля;

- потребляемая мощность всех энергопотребителей не должна превышать имеющуюся мощность дизельной электростанции;

- при пуске насосов нагрузка на электрическую сеть и дизельную электростанцию должна быть минимально возможной;

- обеспечить взаимозаменяемость конструктивных элементов;

- обеспечить минимальное предпусковое и текущее обслуживание;

- обеспечить возможность подключения к пожарной колонке;

- обеспечить возможность работы насосов в одиночном, последовательном и параллельном режимах;

- найти техническое решение в рамках отведённого бюджета и сжатого срока поставки.



**Таблица 1**

**Характеристики насосного оборудования**

Оборудование	Режим работы	Напор, H, м	Подача, Q, м³/ч	Мощность потребляемая, максимальная, P, кВт	Описание
Насосная группа № 1	1	38	12.5	3.0	Одиночный режим для каждого насоса
	2	38	25	6.0	Параллельный режим
	3	76	12.5	6.0	Последовательный режим
Насосная группа № 2	4	48	25	5.5	Одиночный режим для каждого насоса
	5	48	50	11	Параллельный режим
	6	96	25	11	Последовательный режим

**Рис. 2.**  
**Подключение пожарных рукавов.**



"Энергия: экономика, техника, экология" 11'2011

## Гидромеханическая часть проекта

Станция подкачки включает две насосные группы для обеспечения водоснабжения 9-, 12- и 25-этажных зданий (табл. 1). Каждая насосная группа состоит из двух насосов, способных работать в одиночном, последовательном и параллельном режиме. Забор воды осуществляется от пожарной колонки и к сетям потребителя осуществляется при помощи пожарных рукавов с соединительными головками поворотного замыкания (рис. 2).

Требуемые режимы работы насосных групп и крайне ограниченное монтажное пространство определили конструктивный вид насосов, арматуры, конфигурацию и способы прокладки трубопроводов. Оптимальным выбором является вертикальный, многоступенчатый, центробежный насос с соосными патрубками "ин-лайн", который имеет минимально возможную монтажную площадь. При размещении такого насоса на полу кузова создаётся достаточное воздушное пространство над электродвигателем, что гарантирует его надёжное охлаждение, так как горизонтальные

моноблочные или консольные насосы требуют определённого зазора между электродвигателем и стеной. Необходимый напор и минимальные радиальные размеры насосной части агрегата реализуются с помощью многоступенчатости конструкции, а различные типовые ряды обеспечивают требуемую подачу. Применение торцевого уплотнения обеспечивает отсутствие протечек перекачиваемой жидкости.

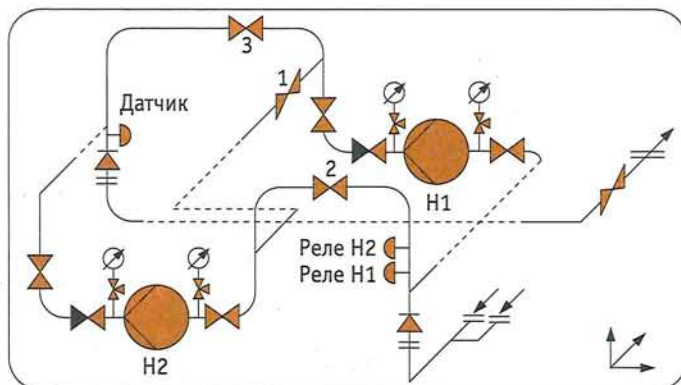
В качестве запорной арматуры используются дисковые поворотные затворы, так как они имеют монтажную длину в 3.5 раза меньше, чем аналогичные шаровые краны, что существенно сокращает размеры станции.

В целях взаимозаменяемости каждая насосная группа имеет одинаковую арматуру и трубопроводы. Насосы меньшей мощности имеют концентрические переходы на заданный диаметр трубопровода. Для предотвращения передачи вибрации от кузова автомобиля на насосные группы используются гибкие вставки на всасывающих и напорных трубопроводах, рамы насосных групп установлены на амортизирующие подушки.

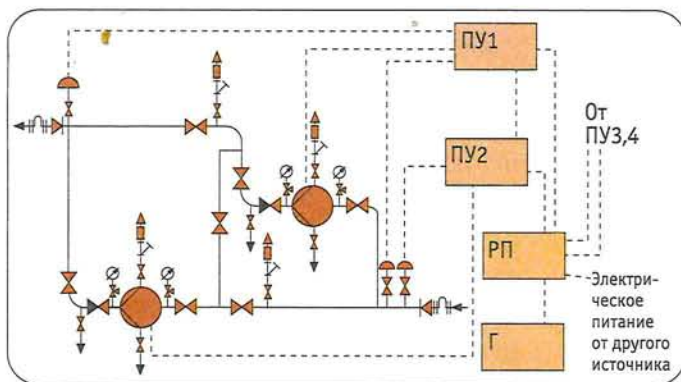
Одно из требований к разработчикам – возможность эксплуатации установки с минимальным предпусковым обслуживанием. Поскольку перед пуском насосов необходимо обязательно заполнить всю систему водой и удалить воздух, то в самых высоких точках трубопроводов, а также на каждом насосе были установлены автоматические воздухоотводчики. Также были установлены дренажные краны, которые позволяют сливать воду из насосных групп в режимах ожидания.

Для реализации возможности подключения пожарных рукавов потребовалось оснастить насосные группы соединительными головками поворотного замыкания: для двух пожарных рукавов на входе в насосную группу и одного пожарного рукава на выходе. Так как подключение происходит к напорным

**Рис. 3.**  
**Принципиальная схема насосной установки, где:**  
**H1, H2 – насос № 1, насос № 2; 1, 2, 3 – запорные краны выбора режима работы станции; реле H1, H2 – реле защиты от сухого хода.**







**Рис. 4.**  
**Принципиальная схема**  
**управления насосами, где:**  
**ПУ1, 2, 3, 4 – прибор управления насо-**  
**сами 1, 2, 3, 4; РП – распределительная**  
**панель; Г – электрогенератор.**

водопроводным сетям, то в качестве всасывающего трубопровода возможно использовать напорный пожарный рукав, а не стандартный всасывающий рукав с металлическими спиралями, которые не дают рукаву схлопнуться. Два рукава на входе в насос обеспечивают минимальные потери давления и достаточную пропускную способность.

Для визуального контроля режимов работы каждый насос имеет собственные манометры на входе и выходе.

Принципиальная схема насосной установки показана на рис. 3. Выбор режима работы зависит от водопотребителя и определяется ответственным инженером на объекте. Выбор схемы осуществляется при помощи ручного открытия/закрытия запорных кранов 1, 2 или 3 оператором насосной станции.

#### **Электротехническая часть проекта**

На первом этапе проекта использовалась традиционная релейная схема управления (рис. 4). Для снижения пусковых токов, увеличения срока службы оборудования, а также для снижения гидравлической нагрузки, нагрузки на электрическую сеть и генератор использовались мягкие пускатели на каждом насосе. Прибор управления позво-

ляет осуществлять ручное включение/выключение, обеспечивает защиту насоса от потери, перекоса и неправильного чередования фаз, от короткого замыкания и превышения номинального тока. Применение реле защиты от сухого хода позволяет не допустить запуск насоса при отсутствии воды в насосной группе или при низком давлении в сети. При последовательном режиме

работы насосы должны включаться в определённой последовательности: сначала насос № 1, затем насос № 2 (см. рис. 3). В иной последовательности запуска насос № 2 войдёт в режим кавитации, так как многоступенчатый центробежный насос № 1 будет являться местным сопротивлением с коэффициентом сопротивления, близким к бесконечности. В случае останова насосов сначала необходимо выключать насос № 2, а затем насос № 1.

Необходимость подключения к штатному дизельному электрогенератору потребовала изготовить распределительную панель для подключения к нему всех насосных приборов управления. Насосная станция может работать также от внешнего источника электропитания. Для этого в распределительной панели выполнены штекерные разъёмы для подключения электрического кабеля. При этой схеме электропитания насосная станция работает практически без шума и доставляет минимум дискомфорта жильцам. Проведено необходимое заземление каждого насоса и рам насосной группы.

На втором этапе проекта использовалась более прогрессивная схема с преобразователями частоты (ПЧ). Такая схема позволяет поддерживать заданное давление на выходе из насосной станции при различном водопотреблении и давлении на входе. Обеспечивается плавный выход на рабочие параметры, плавное подключение и отключение насосов, что приводит к снижению нагрузки на элементы системы водоснабжения, возникающей при гидроударах,

Таблица 2

**Список основных комплектующих элементов  
станции подкачки питьевой воды**

Наименование оборудования, работ	Марка	Компания-изготовитель	Страна
Вертикальный, многоступенчатый, центробежный насос	DPV	DP-Pumps	Нидерланды
Поворотный затвор	Гранвэл®	Компания АДЛ	Россия
Воздухоотводчик поплавковый	Flexvent	Flamco	Нидерланды
Мягкие пускатели	MSF 2.0	Emotron	Швеция
Преобразователи частоты	FDU 2.0	Emotron	Швеция
Прибор управления	Грантор®	Компания АДЛ	Россия
Инжиниринг		Компания АДЛ	Россия

перепадах давления, вибрации. Частотное регулирование увеличивает срок службы всех элементов системы и снижает затраты жизненного цикла системы.

В станции применена схема встроенного ПЧ в прибор управления, так как в случае поломки ПЧ прибор управления даёт возможность запустить насосы напрямую. Прибор управления позволяет работать станции в автоматическом режиме от датчика давления 4–20mA, также возможен ручной режим управления. Управлять преобразователем частоты, а именно производить необходимые настройки перед пуском, возможно с лицевой панели прибора управления. Прибор управления обеспечивает защиту насоса от потери, перекоса и неправильного чередования фаз, от короткого замыкания и превышения номинального тока. Встроенный в прибор управления монитор нагрузки позволяет контролировать потребляемую мощность насоса и давать команду на останов насоса в случае работы в зоне недогруза или перегруза. Приборы управления насосов работают от одного датчика давления, так как сигнал ретранслируется от од-

ного прибора управления до другого.

В отличие от релейной схемы, схема с ЧП требует от водителя-оператора более серьёзных знаний по управлению и выполнению настроек в преобразователе частоты, поскольку каждый вызов на объект означает установку индивидуальных настроек прибора управления. Основные составные элементы установки приведены в табл. 2.

Первый рабочий выезд станции подкачки питьевой воды произошёл в декабре 2010 г. В центральном тепловом пункте (ЦТП) по адресу ул. Костякова 15А

(г. Москва) вышло из строя автоматическое управление котельной. Герметизирующая жидкость попала в систему горячего водоснабжения открытого типа, что привело к нарушению качества горячей воды, подаваемой жителям. На время ремонта было полностью отключено ЦТП (а это системы горячего и холодного водоснабжения). Подача питьевой воды на протяжении трёх дней осуществлялась станцией подкачки питьевой воды. Станция успешно справилась со своей задачей, жалоб на качество и количество воды от жильцов в этот период не поступало, так же как и на шум от работающего дизельного генератора.

Специализированной автобазой МГУП «Мосводоканал» подготовлено 4 водителя-оператора для управления станцией подкачки питьевой воды. Установка может работать круглосуточно в «заявочном» режиме.

Мобильная станция подкачки питьевой воды позволяет реально повысить надёжность систем холодного водоснабжения в случае аварийных и нестандартных ситуаций и успешно решать задачу обеспечения населения чистой, безопасной питьевой водой в любое время суток.