

УДК 624.152.61

Н.С.БОЛОТСКИХ, д-р техн. наук, Б.С.СОРОКИН

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ЛОКАЛЬНОГО ВАКУУМНОГО  
ВОДОПониЖЕНИЯ ПУВВ – 5МЕ С РЕГУЛИРУЕМЫМ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**

Описана новая универсальная установка вакуумного водопонижения с регулируемым электроприводом.

Описана нова універсальна установка вакуумного водозниження з регулюючим електроприводом.

The new universal wellpointed plant of vacuum water depression with regulated electric drive is described.

*Ключевые слова:* водопонижение, иглофильтр, частотный преобразователь.

При строительстве и реконструкции различных заглубленных и подземных объектов (траншей, котлованов, колодцев, шахтных стволов, тоннелей и др.) в сложных гидрогеологических условиях, особенно в обводненных и слабоустойчивых грунтах, широко используется специальный способ – водопонижение (искусственное снижение уровня грунтовых вод). В частности, при сооружении траншей и котлованов с разработкой грунтов с коэффициентами фильтрации от 0, 02 до 1 м/сутки на глубинах до 7 м для этих целей применяют преимущественно установки локального вакуумного водопонижения ПУВВ-1, ПУВВ-4, УВВ-2 и УВВ-3-6 КМ [1, 2], а колодцев, шахтных стволов и котлованов глубиной до 20 м – установки ПУВВ-1М и УЗВМ-2 [2]. Забойное водопонижение при подземном (закрытом) способе сооружения тоннелей и других выработок осуществляется с помощью установок УЗВ-3 и УЗВМ-3 [2].

Во всех этих установках для создания необходимого вакуума во всасывающих системах, а также откачки из грунта водовоздушной смеси, используются водоструйные насосы с центральным расположением насадка (одноструйные насосы). Для подвода к этим насосам «рабочей» воды применяются центробежные насосы различных типов с мощностями электродвигателей 22 либо 30 кВт, а в установке УВВ-3-6КМ – 15 кВт.

Упомянутые выше установки локального вакуумного водопонижения, как показал опыт, обеспечивают надежное и сравнительно бы-

строе водопонижение в обводненных мелкозернистых слабоустойчивых грунтах, тем самым дают возможность производить необходимые работы по строительству либо реконструкции различных объектов. Несмотря на всё это технические средства вакуумного водопонижения необходимо совершенствовать и далее, повышая их мобильность, снижая вес, а также уменьшая энергопотребление. В условиях дефицита и постоянного роста цен на энергоресурсы проблема снижения расходов электроэнергии на водопонижение приобретает все большую актуальность. И, конечно же, строительным организациям желательно иметь в своём распоряжении не несколько водопонижающих установок типа ПУВВ, УВВ или УЗВМ, а одну универсальную установку, позволяющую осуществлять водопонижение при строительстве различных объектов.

В результате проведенного Харьковским национальным университетом строительства и архитектуры (ХНУСА) в тесном сотрудничестве с КП «Харьковводоканал» (б. КП «Харьковкоммуночиствод») комплекса исследовательских и проектно-конструкторских работ создана универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5М [3], общий вид которой показан на рис. 1.

Приводная станция этой установки состоит из центробежного насосного агрегата КМ 100-80-160, полиструйного насоса ПСН-1, циркуляционного бака, рамы, соединительных трубопроводов с отводами и арматурой и контрольно-измерительных приборов. Она имеет сравнительно небольшие габаритные размеры (длина, ширина и высота) – 1460×400×1510 мм, а её вес равен 392 кг.



Рис. 1 – Общий вид универсальной установки локального вакуумного водопонижения ПУВВ – 5М

Отличительной особенностью установки ПУВВ-5М от всех выше упомянутых является использование вместо одноструйного полиструйного насоса, имеющего более высокий КПД и значительно меньшие габариты. За счет этого потребляемая мощность снижена до 12,5 кВт. Кроме того, установка выполнена из отдельных блоков, позволяющих производить её перекомпоновку при монтаже на объектах для ведения работ по трём схемам [4]:

- 1) с поверхности котлована;
- 2) из забоя котлована либо шахтного ствола;
- 3) из забоев сооружаемых подземных горизонтальных и наклонных выработок.

В зависимости от схемы монтажа установки на объекте полиструйный насос может располагаться непосредственно в блоке приводной станции либо отдельно в котловане, шахте или забое сооружаемой выработки возле всасывающей системы с иглофильтрами. При этом используется соединительный трубопровод с отводами, служащий для подключения полиструйного насоса к центробежному насосу и циркуляционному баку.

Установка ПУВВ-5М имеет следующие рабочие параметры:

- производительность (по воде) – до 60 м<sup>3</sup>/ч;
- вакуум во всасывающей системе – 0,095 МПа (0,95 кгс/см<sup>2</sup>);
- количество иглофильтров, подключаемых к линейному водосборному коллектору – до 90 штук;
- то же к забойному сосредоточенному водосборному коллектору – до 17 штук;
- глубина снижения уровня грунтовых вод при ведении работ с поверхности земли – до 7 м;
- глубина расположения водосборного коллектора с иглофильтрами в котловане либо в шахте – до 12 м;
- потребляемая мощность – 12,5 кВт.

Установка ПУВВ-5М успешно прошла опытно-промышленные испытания и в настоящее время используется для целей водопонижения при выполнении аварийно-восстановительных работ (АВР) на сетях водоотведения в г. Харькове.

Несмотря на универсальность, небольшие габаритные размеры и вес установки ПУВВ-5М, достигнутые сравнительно невысокие расходы электроэнергии при её эксплуатации в ХНУСА были продолжены работы по её совершенствованию прежде всего в направлении дальнейшего снижения потребляемой электроэнергии. В результате их реализации была создана новая установка ПУВВ-5МЕ (рис. 2).

Эта установка отличается от установки ПУВВ-5М тем, что в ней применен регулируемый электропривод центробежного насоса КМ 100-80-160. Целесообразность применения такого привода вызвана следующими обстоятельствами.

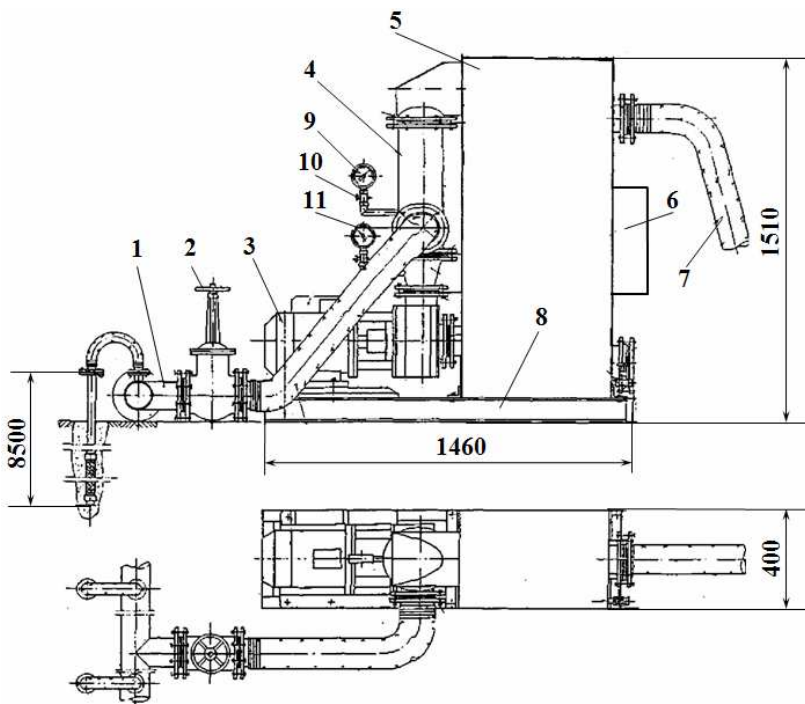


Рис. 2 – Универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5 МЕ с регулируемым электроприводом: 1 – всасывающая система; 2 – задвижка; 3 – центробежный насосный агрегат; 4 – полиструйный насос ПНС-1; 5 – циркуляционный бак; 6 – шкаф электрический; 7 – сливная линия; 8 – рама; 9 – вакуумметр; 10 – трехходовой кран; 11 – манометр

При эксплуатации установок ПУВВ-5 М на различных объектах в зависимости от фактического количества иглофильтров, подключенных ко всасывающей системе, а также водоотдачи грунтов на месте производства строительных работ, объемы воды, откачиваемой установкой из грунта, различны. При этом потребляемая мощность электродвигателя также неодинакова. Учет этих изменений, как показали проведенные исследования, возможен при использовании в установке

регулируемого электропривода. Регулирование скорости вращения асинхронного электродвигателя производится путем изменения частоты и величины напряжения тока питания двигателя. С этой целью в установке ПУВВ-5МЕ применен преобразователь частоты (ЧП) типа Lenze ESMD 113L4TXA. Принципиальная электрическая схема регулирования электропривода с помощью этого преобразователя приведена на рис. 3.

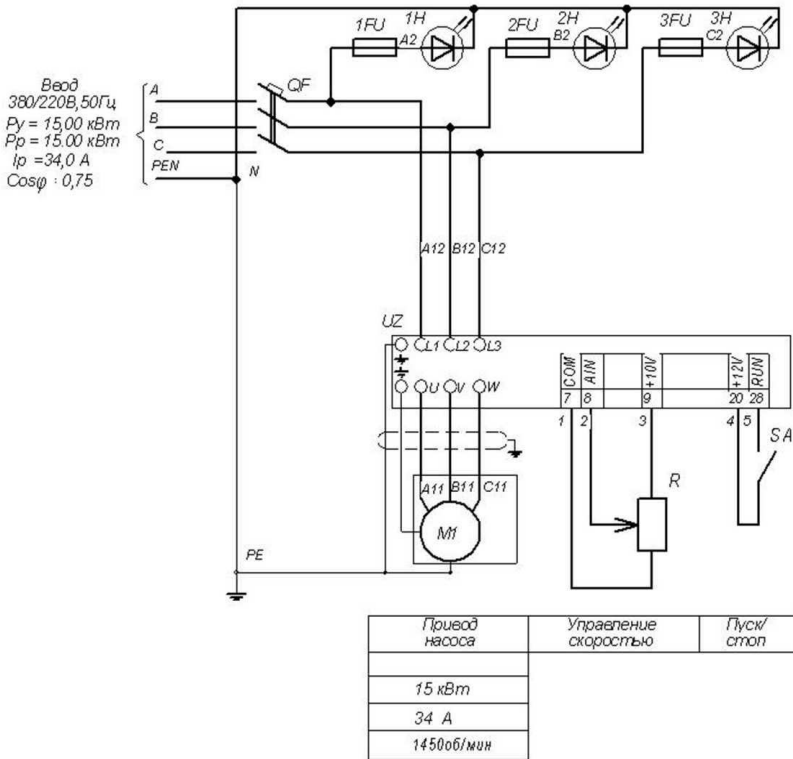


Рис. 3 – Принципиальная электрическая схема частотного регулирования электропривода установки ПУВВ-5МЕ

На схеме приняты следующие обозначения:

- 1FU – 3FU – предохранитель с плавкой вставкой;

- 1Н – 3Н – светодиодная арматура ЕАО 19510430;
- М1 – двигатель трехфазный асинхронный;
- QF – автоматический выключатель Terasaki DH06, 32с, 3р;
- UZ преобразователь частоты Lenze ESMD 113L4TXA;
- R – потенциометр;
- SA – переключатель Lovato8LP2T S120+8LM2T с 10.

В результате применения частотного преобразователя фактически создана новая усовершенствованная водопонижительная установка. Применение преобразователя в составе приводной станции этой установки позволяет достаточно точно задавать необходимые значения давления или расхода. Значения технологических параметров, которые необходимо поддерживать в системе, с помощью пульта управления заносятся в память частотного преобразователя. При этом формируется необходимая частота питающего тока, которая подается на электродвигатель насоса, обеспечивая необходимую скорость вращения последнего. В установке ПУВВ-5МЕ преобразователь частоты смонтирован внутри специального электрического шкафа с габаритными размерами 400×580×246мм, закрепленного на задней стенке циркуляционного бака (поз. 6, рис. 2).

Применение в конструкции вакуумной водопонижительной установки регулируемого электропривода позволило плавно изменять её производительность в пределах от 28 до 60 м<sup>3</sup>/ч в зависимости от принятой схемы водопонижения, объема водопритока грунтовых вод и количества подключенных ко всасывающей системе иглофильтров, что обеспечило возможность снижения потребляемой мощности установки в конкретных условиях её работы от 12,5 до 5,5 кВт при величине вакуума в водосборном коллекторе, равно  $P_e = 0,7$  бар.

Установка ПУВВ-5МЕ успешно прошла опытно-промышленные испытания при ведении аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения, расположенных в обводненных и слабоустойчивых грунтах, в г. Харькове. Комунальным предприятием «Харьковводоканал» она принята для дальнейшей эксплуатации на различных объектах.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Универсальные установки ПУВВ-5МЕ с регулируемым электроприводом в настоящее время являются наиболее совершенными техническими средствами локального вакуумного водопонижения в обводненных и слабоустойчивых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации. Они надежны в работе. Фактические расходы электроэнергии при их длительной эксплуатации существенно ниже, чем при

использовании других известных установок локального водопонижения. Они обеспечивают водопонижение при строительстве объектов как открытым, так и закрытым способами.

2. С использованием частотного преобразователя Lenze ESMD 113L4TXA, за счет изменения частоты и величины напряжения питающего электрического тока обеспечивается регулирование скорости вращения асинхронного электродвигателя и, соответственно, давления и расхода на выходе из центробежного насоса. Плавное изменение этих параметров с помощью частотного преобразователя позволяет настраивать работу водопонижительной установки на оптимальный режим, соответствующий реальным условиям ее эксплуатации. Это даёт возможность снижать потребляемую мощность установки в различных условиях её работы в пределах от 12,5 до 5,5 кВт.

3. Усовершенствованная установка ПУВВ-5МЕ с регулируемым электроприводом рекомендуется к применению для целей локального вакуумного водопонижения при строительстве и реконструкции различных заглублённых и подземных объектов в обводнённых и слабоустойчивых грунтах с коэффициентами фильтрации от 0,02 до 1 м/сут. Её можно также применять для водопонижения в грунтах с более высокими коэффициентами фильтрации (до 10 м/сут.).

1. Смородинов М.И. Водопонижительные установки / М.И. Смородинов. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.

2. Болотских Н.С. Строительное водопонижение в сложных гидрогеологических условиях / Н.С. Болотских. – К.: Будівельник, 1976. – 112 с.

3. Болотских Н.С. Снижение энергоёмкости и совершенствование конструкции иглофильтровой установки вакуумного водопонижения / Н.С. Болотских, В.П. Иванов, И.В. Коринько, Е.Б. Клейн // «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит». – 2009. – №9(67). – С. 9-15.

4. Болотских Н.С. Совершенствование технологии и механизации водопонижения при проведении аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения / Н.С. Болотских, В.П. Иванов, Б.С. Сорокин // Науковий вісник будівництва: ХДТУБА. – Х.: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 64. – С. 209-221.

*Получено 25.02.2013*