

УДК 628.396

А. С. ПАВЛЮЧЕНКО^а, Н. И. ГРИГОРЕНКО^б^а АО «ЮЖНИИГИПРОГАЗ», ^б ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ЗАКАЧКИ СТОКОВ В ПЛАСТ

Аннотация. Вопрос утилизации промышленных стоков зачастую требует громоздкого и дорогостоящего решения. Альтернативным вариантом при соблюдении всех норм безопасности может служить их захоронение в пласт. Обезвреживание сточных вод таким путем используется при добыче газа и нефти, однако для того, чтобы перенять этот опыт для других отраслей промышленности, необходимо рассмотреть некоторые недостаточно изученные моменты. Статья посвящена вопросу выбора оборудования насосных станций при закачке производственных сточных вод в пласт. Предложен вариант замены поршневых насосов на многоступенчатые центробежные насосы в условиях прерывистой подачи и больших напоров. Рассмотрены общая схема обвязки насосов и оборудования, а также достоинства и недостатки данного проектного решения.

Ключевые слова: захоронение сточных вод, центробежный насос, поршневой насос, обвязка насосов.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Закачка стоков в пласт довольно известный процесс в нефтедобывающей промышленности. Данный процесс позволяет поддерживать пластовое давление и увеличивает отдачу нефти, а также решает еще две проблемы одновременно: снижает затраты пресной воды на заводнение и утилизирует стоки, очистка которых зачастую требует строительства сложных очистных сооружений. Идея таким образом обезвреживать сточные воды рассматривалась уже давно и используется на практике при обработке особо токсичных или трудно поддающихся очистке промышленных стоков [1]. На сегодняшний день идет интенсивное строительство нефтяных и газовых месторождений, на которых повсеместно используется закачка стоков в пласт. Разработка насосных станций с применением современных подходов к проектированию и технологий позволяет сделать этот процесс более экономичным, ускорить сроки строительства, сократить эксплуатационные затраты. При удачном опыте внедрения предлагаемых решений в сфере нефте-газодобычи его возможно будет перенять для захоронения сточных вод и на других промышленных объектах.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Захоронение сточных вод под землей имеет ряд достоинств, а также ряд ограничений. К достоинствам можно отнести более низкие затраты на строительство и эксплуатацию поглощающих скважин по сравнению с очистными сооружениями для обработки аналогичных стоков [2, 4], защита поверхностных источников воды и почв от промышленных сточных вод [1]. Однако существуют следующие ограничения: глубина закачки стоков должна быть больше глубины залегания водоносных горизонтов, подземные полости должны быть устойчивы к разрушениям и фильтрации токсичных веществ, небольшая приемистость поглощающих скважин (порядка 1 500...2 000 м³/сут), недостаточная изученность геологии может привести к загрязнению окружающей среды.

Для закачки стоков обычно практиковалось применение поршневых насосов. Это объясняется высоким КПД их работы, тихоходностью, большим напором и независимостью подачи от него. Несмотря на очевидные достоинства поршневых насосов, их использование для сточных жидкостей не отвечает современным требованиям, кроме того, они имеют большие габариты, сложную конструкцию и работают с перерывами подачи жидкости [5]. Поэтому для закачки сточных вод в пласт предлагается заменить поршневые насосы на многоступенчатые центробежные.

© А. С. Павлюченко, Н. И. Григоренко, 2020

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Рассмотреть проектное решение использования центробежных насосов в качестве альтернативы поршневым, выделить его достоинства и недостатки.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Использование центробежных насосов предпочтительно по нескольким причинам: они просты в монтаже и обслуживании, контроль за их работой можно легко автоматизировать и проводить дистанционно, обеспечивают равномерную подачу жидкости. Кроме того, имеют малые габариты, что является существенным достоинством при строительстве насосных станций в сложных климатических условиях. Наибольшее распространение для нагнетания жидкости в пласт получили центробежные многоступенчатые секционные насосы с подачей до 1 000 м³/с, при давлении 0,4 – 20 МПа. В зависимости от типоразмера их КПД изменяется от 44 до 80 % [7].

Одним из недостатков, в свете рассматриваемой проблемы, является снижение КПД центробежного насоса при отклонении от оптимальной подачи и выходе из рабочей зоны, рекомендуемой характеристикой насоса. При проектировании полигонов закачки стоков в пласт невозможно на начальном этапе установить приемистость скважин, поэтому при использовании насосных станций с центробежными насосами именно этот недостаток снижает эффективность работы всей системы. К сожалению, несмотря на то, что подход к проектированию насосных станций с поршневыми насосами и центробежными очень отличается, очень часто это не учтено на практике и плохая приемистость скважин вызывает проблемы при эксплуатации насосных станций с центробежными насосами. В этом случае насос может выходить за границы рабочей зоны и работать так некоторое время. Однако этот недостаток возможно устранить еще на этапе проектирования при применении правильной обвязки, приведенной на рисунке.

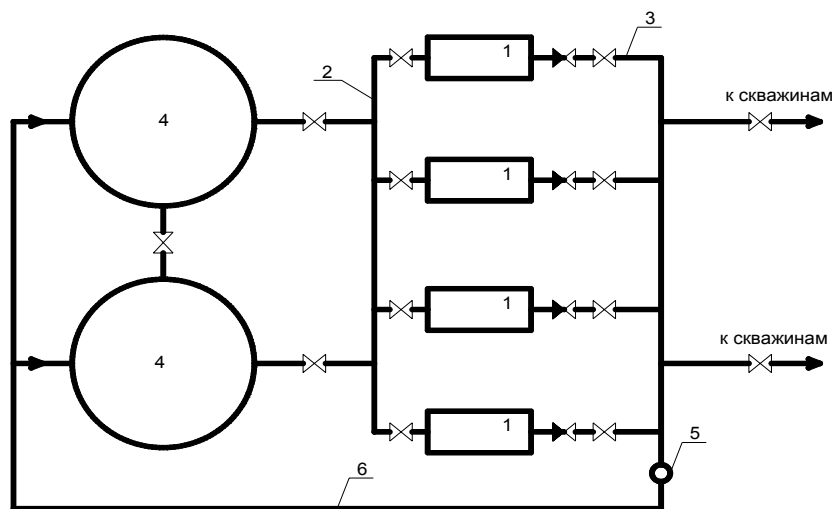


Рисунок – Общий принцип обвязки центробежных насосов при закачке стоков в пласт: 1 – центробежный насос; 2 – всасывающая линия; 3 – напорная линия; 4 – резервуар сточных вод; 5 – кран шаровый регулирующий; 6 – сбросная линия.

Эта схема хороша тем, что в случае необходимости позволяет возвращать минимальный расход насосной станции в резервуар по сбросной линии 6. Таким образом подача насоса всегда находится в рабочей зоне, независимо от того, какое количество стоков может принять скважина в данный момент. Т. е. при любой поглощающей способности скважины насосное оборудование работает с оптимальным КПД. Кран шаровый регулирующий 5 автоматизирован и подбирается по граничному давлению в системе, при котором насос остается в рабочей зоне. Когда давление превышает это значение, он открывается и понижает его. Еще одним достоинством данной обвязки является защита системы от гидроудара за счет своевременного открытия клапана при любых превышениях давления в системе. Еще более эффективной работы предлагаемой схемы обвязки можно добиться путем использования более чувствительной регулирующей арматуры.

Кроме того, такая обязанность позволяет легко производить пуско-наладочные работы и пробные включения насосов для проверки их исправности и готовности к работе.

Недостатком этого проектного решения можно выделить периодическую циркуляцию воды в системе в те моменты, когда проницаемость пласта снижена или сведена к нулю, что может вызвать некоторое увеличение эксплуатационных затрат насосной станции.

ВЫВОД

Таким образом, при правильной обязанности насосов на этапе проектирования для закачки стоков в пласт можно применять центробежные насосы. Грамотный подход к компоновке элементов насосной станции позволит работать в режиме оптимального КПД даже при неравномерной подаче сточной жидкости. Правильное использование центробежных насосов при закачке стоков в пласт, при котором данная технология будет более экономична и энергоэффективна, позволит рассматривать ее для утилизации других видов сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анищенко, Л. В. Возможности закачки сточных вод в глубокие горизонты недр и совершенствование ее способов [Текст] / Л. В. Анищенко // Наука и современность. – 2015. – № 36. – С. 94–98.
2. Цыганков, А. П. Технический прогресс-химия-окружающая среда [Текст] / А. П. Цыганков, О. Ф. Балацкий, В. Н. Сенин. – Москва : Химия, 1979. – 295 с.
3. Аюпов, Е. Е. Закачка промышленных сточных вод на нефтяных и газовых месторождениях Западно-Казахстанской области [Текст] / Е. Е. Аюпов, Л. Ж. Мусакаева // International scientific review. – 2016. – №5(15). – С. 12–14.
4. Болтыров, В. Б. Подземное захоронение жидких промышленных отходов как технология обеспечения экологической безопасности территорий Уральского региона [Текст] / В. Б. Болтыров, О. А. Медведев // Технологии гражданской безопасности. – 2010. – № 4. – С. 98–101.
5. Ощепков, Д. В. Исследование проблем поршневых насосов [Текст] / Д. В. Ощепков // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – 2011. – № 5–2. – С. 73–77.
6. Intelligent pressure management by pumps as turbines in water distribution systems: results of experimentation [Текст] / S. Parra, S. Krause, F. Krönlein [et. al.] // Water Supply. – 2018. – № 18(3). – P. 778–789.
7. Арбузов, В. Н. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин [Текст] : учебное пособие, часть 1 / В. Н. Арбузов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 200 с.

Получена 12.10.2020

О. С. ПАВЛЮЧЕНКО ^а, Н. І. ГРИГОРЕНКО ^б СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ПРОЕКТУВАННІ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАКАЧУВАННЯ СТОКІВ В ПЛАСТ

^а АТ «ЮЖНІІГПРОГАЗ», ^б ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Питання утилізації промислових стоків часто вимагає громіздкого і дорогого рішення. Альтернативним варіантом при дотриманні всіх норм безпеки може служити їх поховання в пласт. Знешкодження стічних вод таким шляхом використовується при видобутку газу і нафти, проте для того, щоб перейняти цей досвід для інших галузей промисловості, необхідно розглянути деякі недостатньо вивчені моменти. Стаття присвячена питанню вибору обладнання насосних станцій при закачуванні виробничих стічних вод в пласт. Запропоновано варіант заміни поршневих насосів на багатоступінчасті відцентрові насоси в умовах переривчастої подачі і великих напорів. Розглянуто загальну схему обов'язки насосів і обладнання, а також переваги і недоліки даного проектного рішення.

Ключові слова: поховання стічних вод, відцентровий насос, поршневий насос, обов'язка насосів.

ALEKSANDR PAVLUCHENKO ^a, NADEZHDA GRIGORENKO ^b
MODERN TRENDS IN THE DESIGN OF PUMPING STATIONS FOR
WASTEWATER INJECTION IN THE DEEP LAYER

^a PJSC «YUZHNIIGIPROGAZ», ^b Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The issue of disposal of industrial effluents often requires an expensive solution. An alternative option, subject to all safety standards, is their disposal in the deep layer. This way is used in the extraction of gas and oil, however, in order to learn from this experience for other industries, it is necessary to consider some understudied points. The article is devoted to the issue of choosing equipment for pumping stations when industrial wastewater inject into the layer. A variant of replacing piston pumps with multistage centrifugal pumps under conditions of intermittent flow and high heads is proposed. The general scheme of pump manifold and equipment and the advantages and disadvantages of this design solution are considered.

Key words: wastewater disposal, centrifugal pump, piston pump, pump manifold.

Павлюченко Александр Сергеевич – инженер-проектировщик I категории АО «ЮЖНИИГИПРОГАЗ». Научные интересы: проектирование систем водоснабжения и водоотведения, насосных станций, очистка сточных вод.

Григоренко Надежда Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охрана водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование систем водоотведения, очистка сточных вод.

Павлюченко Олександр Сергійович – інженер-проектувальник I категорії АТ «ЮЖНИИГИПРОГАЗ». Наукові інтереси: проектування систем водопостачання і водовідведення, насосних станцій, очищення стічних вод

Григоренко Надія Іванівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування систем водовідведення, очищення стічних вод.

Pavluchenko Aleksandr – Design Engineer Grade I at PJSC «YUZHNIIGIPROGAZ». Scientific interests: design of water supply and water disposal systems, design of pump station, wastewater treatment.

Grigorenko Nadezhda – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design of water disposal systems, wastewater treatment.