



ISSN 1819-432X print

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2017, ТОМ 13, НОМЕР 2, 83–89

УДК 628.112.2

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ВОДОЗАБІРНИХ СВЕРДЛОВИН ДОНБАСУ ПНЕВМОІМПУЛЬСНИМ ВПЛИВОМ СПІЛЬНО З ЗАТРУБНОЮ СИСТЕМОЮ РЕГЕНЕРАЦІЇ ПРИФІЛЬТРОВОЇ ЗОНИ

В. І. Лесной¹, О. В. Жибоедов², Н. І. Григоренко³, В. І. Зятіна⁴

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, 86123.*

*E-mail: ¹viacheslavlesnoj@mail.ru, ²a.v.zhiboedov@donnasa.ru, ³n_grig86@mail.ru,
⁴vexaking@inbox.ru*

Отримана 17 лютого 2017; прийнята 04 травня 2017.

Анотація. На даний час існує багато затребуваних технологій відновлення дебіту водозабірних свердловин. Відомо, що найбільшого ефекту досягають методи імпульсного впливу в поєднанні з реагентним обробленням фільтрів і прифільтрових зон водозабірних свердловин. У статті розглянуто питання застосування пневмоімпульсного способу відновлення дебіту водозабірних свердловин спільно з методом затрубної системи регенерації.

Ключові слова: водозабірна свердловина, пневмовзрив, система затрубного промивання, фільтр свердловини, прифільтрова зона, ерліфтний пульпопровід.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН ДОНБАССА ПНЕВМОИМПУЛЬСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ СОВМЕСТНО С ЗАТРУБНОЙ СИСТЕМОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИФИЛЬТРОВОЙ ЗОНЫ

В. И. Лесной¹, А. В. Жибоедов², Н. И. Григоренко³, В. И. Зятина⁴

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
2, ул. Державина, г. Макеевка, 86123.*

*E-mail: ¹viacheslavlesnoj@mail.ru, ²a.v.zhiboedov@donnasa.ru, ³n_grig86@mail.ru,
⁴vexaking@inbox.ru*

Получена 17 февраля 2017; принята 04 мая 2017.

Аннотация. В настоящее время существует много востребованных технологий восстановления дебита водозаборных скважин. Известно, что наибольшего эффекта достигают методы импульсного воздействия в сочетании с реагентной обработкой фильтров и прифильтровых зон водозаборных скважин. В статье рассмотрены вопросы применения пневмоимпульсного способа восстановления дебита водозаборных скважин совместно с методом затрубной системы регенерации.

Ключевые слова: водозаборная скважина, пневмовзрыв, система затрубной промывки, фильтр скважины, прифильтровая зона, эрлифтный пульпопровод.

INTENSIFICATION OF DONBAS WATER WELLS OPERATION BY PNEUMATIC IMPULSIVE IMPACT WITH ANNULAR SYSTEM OF FILTER ZONE REGENERATION

Viacheslav Lesnoj¹, Alexandr Zhiboedov², Nadezhda Grigorenko³, Vitalii Ziatina⁴

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makeyevka, 86123.

E-mail: ¹viacheslavlesnoj@mail.ru, ²a.v.zhiboedov@donnasa.ru, ³n_grig86@mail.ru,

⁴vexaking@inbox.ru

Received 17 February 2017; accepted 04 May 2017.

Abstract. Nowadays there are many actual technologies for recovering the flow rate of water wells. It is known that the greatest effect is achieved by methods of impulse impact in combination with reagent treatment of filters and filter zones of water wells. The article considers the application of the pneumoimpulsive method for the flow rate recovering of water wells together with the method of annular regeneration system.

Keywords: water well, air explosion, annular flushing system, well filter, filter zone, air-lift pulp line.

Актуальность

В основном в подземных водах Донбасса по данным [1–3] большое содержание железа и солей жесткости. В процессе эксплуатации водозаборных скважин их производительность может значительно снижаться. Далеко не всегда можно соорудить высокодебитные ремонтпригодные скважины, стабильно работающие в течение длительных сроков эксплуатации, поэтому сохранение высокой производительности скважин остается актуальной задачей. Одной из основных причин выхода из строя водозаборных скважин на Втором Донецком водозаборе является снижение их производительности из-за кольматации фильтра и прифильтровой зоны [1].

Основная часть

Учеными из Белорусского национального технического университета под руководством д. т. н., профессора, заведующего кафедрой «Гидротехническое и энергетическое строительство» В. В. Ивашечкина разработан способ трубчатых зафильтровых систем промывки скважин. Устройство скважины с затрубной системой регенерации немного отличается от типовой конструкции водозаборной скважины [4]. А именно, в затрубном пространстве скважины во внешнем контуре гравийной обсыпки необходимо установить несколько полиэтиленовых нагнетательных труб с перфорацией напротив фильтров скважины (рис. 1).

Расположение нагнетательных труб позволяет осуществлять радиально-направленное движение промывного потока в обсыпке при одновременной работе насоса или эрлифта. Что позволяет при подаче реагента осуществлять декольматацию как изнутри фильтра, так и снаружи. Насос, который откачивает жидкость из водозаборной скважины назад в бак, обеспечивает рециркуляцию раствора в прифильтровой зоне [4–7].

Преимущество данного метода состоит в том, что затрубная система регенерации позволяет производить гидродинамическую и реагентно-циркуляционную промывку фильтра и прифильтровой зоны. Это позволяет вымывать кольматант из фильтра водозаборной скважины и из прифильтровой зоны [4–7].

Данная система актуальна на всех этапах работы и разработки скважины. Гидродинамическая промывка может выполняться как на этапе освоения скважины после бурения (для промывки), так и на ранних стадиях эксплуатации (для удаления не набравшего прочность и имеющего пастообразную форму кольматанта).

Сравнительный анализ химического состава воды показал, что вода в Донбассе и Республике Беларусь имеет значительные различия по химическому составу. Кольматант носит различный по составу характер и имеет различия в прочностных характеристиках. При этом проблемы накопления кольматанта схожи и использование затрубной системы регенерации фильтров

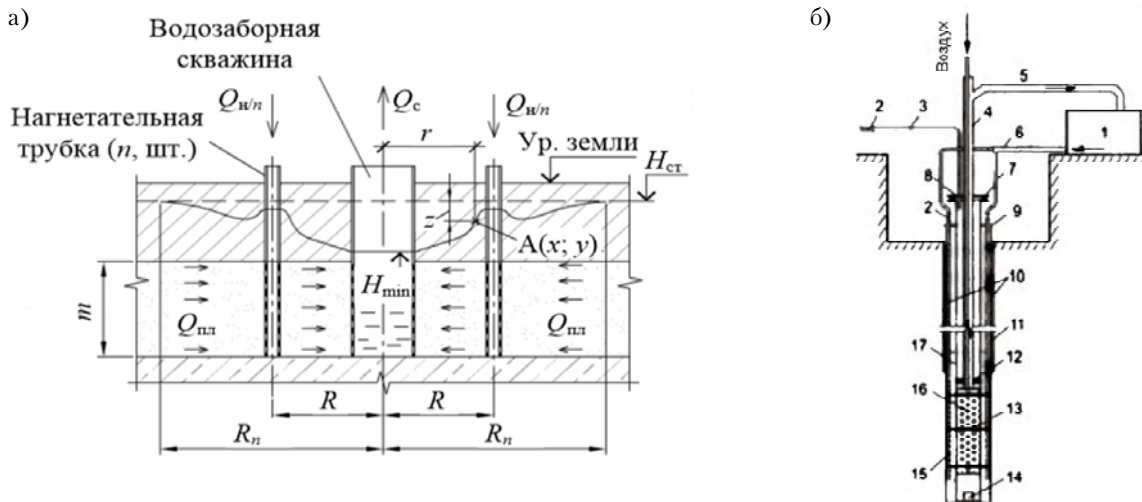


Рисунок 1. Способ трубчатых зафильтровых систем промывки скважин: а) схема водозаборной скважины с затрубной системой регенерации; б) схема проведения циркуляционной реагентной регенерации водозаборной скважины: 1 – напорный бак; 2 – вентиль; 3 – труба; 4 – эрлифт; 5, 6 – шланги; 7 – уплотнение; 8 – оголовок; 9 – плита; 10 – закачные трубки; 11 – кондуктор; 12 – пакер; 13 – хомут; 14 – муфта; 15 – перфорация; 16 – фильтр; 17 – фильтрующая засыпка.

водозаборной скважины представляется возможным в условиях Донбасса [3].

Исследования В. В. Ивашечкина [7] показали, что, несмотря на хорошие количественные результаты по увеличению удельного дебита модельной скважины после комбинированной обработки, качественные показатели степени очистки каркаса фильтра и водоприёмной поверхности соответственно составили 70–75 %. Это указывает на необходимость проведения импульсной обработки для достижения максимального эффекта очистки.

Импульсное воздействие должно разрушить кольматант, но не нарушить целостность фильтра. Наиболее подходящим методом, по нашему мнению, является пневмовзрыв. Сущность метода заключается в использовании пневмопатрона – устройства, обеспечивающего периодические выхлопы в жидкую среду дискретного количества сжатого до высокого давления воздуха. Выхлопы генерируют возмущения в виде волн давления и волн разрежения. Таким образом, в скважине на уровне фильтровой колонны многократно создается репрессия и депрессия. Такие колебания давления в скважине позволяют разрушить кольматант и вынести его из ячеек фильтра [8–10].

Кроме этого, ударные волны воздействуют не только на кольматант скважины, но и на кольма-

тант прифильтровой зоны, разрушая в ней блокирующие участки и делая её более проницаемой для подземных вод [1]. Кафедрой ВВиОВР ДонНАСА была предложена технология производства работ при обработке скважины пневмопатроном с использованием эрлифтного пульпопровода [1, 11, 12] (рис. 2). При этом эрлифтный эффект позволяет вынести разрушенные кольматирующие отложения. То есть не требовалась последующая откачка воды эрлифтом.

Для регенерации фильтров нами предлагается применять затрубную систему регенерации одновременно с пневмовзрывом и эрлифтным пульпопроводом. В таком случае при обработке скважины происходит реагентно-циркуляционная промывка фильтров и прифильтровой зоны водозаборных скважин и осуществляется пневмоимпульсное воздействие на фильтр и прифильтровую область пневмопатроном, а применение эрлифтного пульпопровода позволяет одновременно с водой поднимать из скважины разрушенный кольматант и промывочный раствор.

Объединив циркуляционно-реагентный метод промывки скважинного фильтра В. В. Ивашечкина и метод пневмоимпульсного воздействия с применением эрлифтного пульпопровода, получим следующую схему (рис. 3).

Как показано на рис. 3, в водозаборную скважину, которая оборудована зафильтровыми

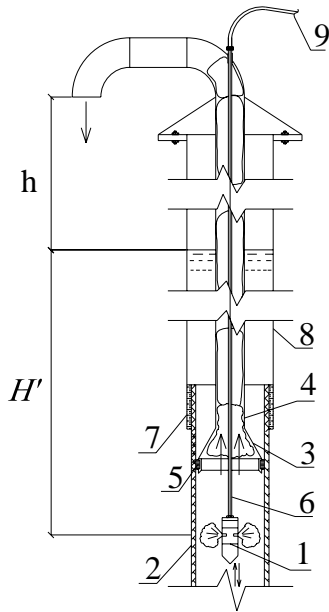


Рисунок 2. Схема обработки скважины пневмопатроном с использованием эрлифтного пульпопровода: 1 – пневмопатрон; 2 – фильтр водозаборной скважины; 3 – конфузор; 4 – эрлифтный пульпопровод; 5 – пакер; 6 – трубопровод подачи сжатого воздуха; 7 – сальник; 8 – обсадная колонна; 9 – рукав высокого давления.

циркуляционными трубками, погружают пневмопатрон на уровень фильтра. В этот момент по нагнетательным трубкам под давлением с помощью насоса подают реагент. Вместе с всасыванием кислоты, которая разрушает кольматант на каркасе фильтра, происходит пневмовзрыв, что обеспечивает максимальную степень очистки фильтра от кольматанта и разрушение кольматирующих отложений в прифильтровой зоне. После взрыва сжатый воздух вместе с водой (водовоздушная смесь) поднимается наружу по эрлифтному пульпопроводу.

При правильном выборе параметров пневмоимпульсного воздействия (давление в пневмопатроне, объем ресивера пневмопатрона, диаметр пульпопровода, частота импульсов и др.) происходит вынос разрушенного кольматанта из скважины [11, 12].

Одновременно с притоком воды из скважины в пласт происходит движение раствора кис-

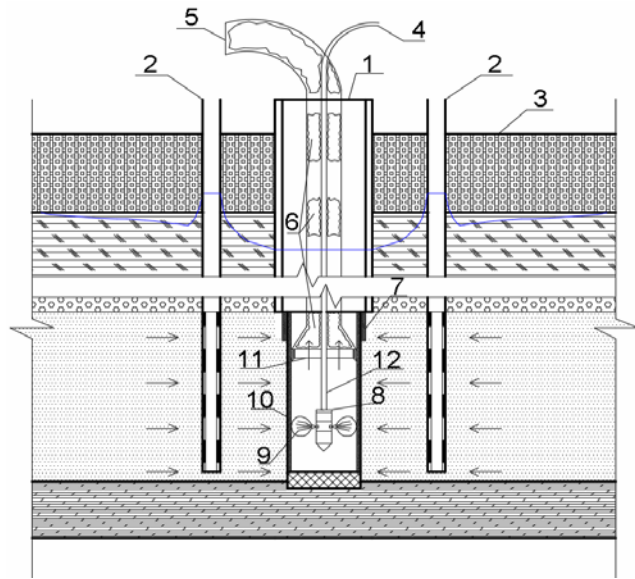


Рисунок 3. Пневмоимпульсный способ восстановления дебита водозаборных скважин совместно с методом затрубной системы регенерации с применением эрлифтного пульпопровода: 1 – водозаборная скважина; 2 – нагнетательные трубки; 3 – уровень земли; 4 – рукав высокого давления; 5 – эрлифтный пульпопровод; 6 – сжатый воздух; 7 – сальник; 8 – пневмопатрон; 9 – сжатый воздух на выходе с пневмопатрона; 10 – фильтр водозаборной скважины; 11 – пакет; 12 – трубопровод подачи сжатого воздуха.

лоты от нагнетающих трубок в скважину. Тем самым обеспечивается одновременная обработка импульсным и реагентным методами.

Выводы

Теоретические исследования показали, что при использовании затрубной системы регенерации и метода пневмовзрыва с применением эрлифтного пульпопровода можно достигнуть максимального результата очистки фильтра водозаборных скважин от кольматанта и, соответственно, продлить срок службы фильтров водозаборных скважин.

Для подтверждения данного предположения необходимо в будущем провести ряд экспериментальных исследований, связанных с уточнением параметров работы пневмопатрона и системы циркуляционной реагентной регенерации, подбора характерных размеров эрлифтного пульпопровода, выбора реагента и др.

Литература

1. Лесной, В. И. Интенсификация работы действующих водозаборных скважин пневмоимпульсной обработкой [Текст] : диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук / В. И. Лесной. – Макеевка, 2014. – 182 с.
2. Коршикова, И. А. Состояние водных ресурсов Донецкой области и их диагностика [Текст] / И. А. Коршикова // *Економічний вісник Донбасу*. 2011. № 1(23). С. 27–30.
3. Лесной, В. И. Применение затрубной системы регенерации скважин в условиях Донецкой области [Текст] / В. И. Лесной, А. В. Жибоедов, И. О. Гаврилов // *Апробация*. 2017. № 3(54). С. 23–26.
4. Пат. 9435 Республика Беларусь, МПК С1, Е 21В 43/00, Е 03В 03/00. Конструкция водозаборной скважины при роторном бурении [Текст] / В. В. Ивашечкин, А. Н. Кондратович, И. А. Герасименко, Н. И. Крук, И. В. Рытько ; заявитель и патентообладатель Белорусский национальный технический университет. – № а 20031236 ; заявл. 29.12.2003 ; опубл. 30.06.2007, Бюл. № 3. – 5 с.
5. Ивашечкин, В. В. Экспериментальные исследования скважины, оснащенной затрубной системой реагентной промывки [Текст] / В. В. Ивашечкин, П. А. Автушко, Д. А. Коледиук // *Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика*. 2011. № 1. С. 80–87.
6. Ивашечкин, В. В. Исследование установившегося движения жидкости в прифильтровой зоне скважины при ее регенерации с помощью трубчатой зафильтровой системы промывки [Текст] / В. В. Ивашечкин, П. А. Автушко, А. М. Шейко // *Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика*. 2013. № 5. С. 85–94.
7. Лабораторные исследования по оценке эффективности декольматации фильтров скважин [Текст] / В. В. Ивашечкин, А. М. Шейко, А. Н. Кондратович, В. В. Губин // *Вестник Белорусского национального технического университета*. 2008. № 1. С. 10–14.
8. Slioz, L. G. The Review of Methods of Recovery of Water Well Output [Текст] / L. G. Slioz, T. I. Zagoruyko, V. I. Lesnoy // *Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури*. 2005. 2005–4(52). С. 99–100.
9. Lesnoy, V. The mechanism of «pneumoexplosion» in water well conditions [Текст] / V. Lesnoy, L. Slioz // *Innovative technologies in water management complex*. 2012. Issue II. P. 137–139.
10. Лесной, В. Применение глубинного пневмопатрона для восстановления производительности водозаборных скважин [Текст] / В. Лесной, Л. Слѐз, Н. Кенджаева // *Motrol*. 2012. Vol. 14, № 1. С. 58–63.
11. Пат. 90855 Україна, МПК В08В 9/04 (2006.01). Пристрій для збільшення ефективності пневмоімпульсної обробки водозабірних свердловин (ерліфтний пульпопровід) [Текст] / Нездоймінов В. І., Лесной В. І., Дмитров П. О., Голдін І. С. ; власники

References

1. Lesnoy, V. I. Intensification of existing water wells by pneumatic impulse treatment: Thesis for submitting of the scientific degree of Candidate of Technical Sciences in specialty. Makeevka, 2013. 182 p. (in Russian)
2. Korshikov, I. A. Status of water resources of Donetsk region and their diagnostics. In: *Economic herald of the Donbas*, 2011, No. 1(23), pp. 27–30. (in Russian)
3. Lesnoy, V. I.; Zhiboedov, A. V.; Gavrillov, I. O. The usage of annular system of regeneration of wells under the conditions of Donetsk region. In: *Approbate*, 2017, No. 3(54), pp. 23–26. (in Russian)
4. Patent 9435 Republic of Belarus, МПК С1, Е 21В 43/00, Е 03В 03/00. Water well design at rotor drilling / Ivashechkin, V. V.; Kondratovich, A. N.; Gerasimenok, I. A.; Kruk, N. I.; Rytko, I. V.; applicant and patentee Belarusian National Technical University. No. a 20031236; declaration 29.12.2003; published 30.06.2007, Bulletin No. 3. 5 p. (in Russian)
5. Ivashechkin, V. V.; Avtushko, P. A.; Kolediuk, D. A. Experimental Investigations of Well Equipped with Annulus System of Reagent Flushing. In: *News of higher educational institutions and power associations of the CIS. Power engineering*, 2011, No. 1, pp. 80–87. (in Russian)
6. Ivashechkin, V.; Avtushko, P.; Sheiko, A. Investigation of Steady Fluid Flow in Pre-Screen Zone of Well During Its Regeneration while Using Tube Post-Filter Flushing. In: *News of higher educational institutions and power associations of the CIS. Power engineering*, 2013, No. 5, pp. 85–94. (in Russian)
7. Ivashechkin, V. V.; Sheiko, A. M.; Kondratovich, A. N.; Gubin, V. V. Laboratory researches on an assessment of efficiency of a dekolmatation of wells filters. In: *Bulletin of the Belarusian National Technical University*, 2008, No. 1, pp. 10–14. (in Russian)
8. Slioz, L. G.; Zagoruyko, T. I.; Lesnoy, V. I. The Review of Methods of Recovery of Water Well Output. In: *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*, 2005, 2005–4(52), pp. 99–100.
9. Lesnoy, V.; Slioz, L. The mechanism of «pneumoexplosion» in water well conditions. In: *Innovative technologies in water management complex*, 2012, Issue II, pp. 137–139.
10. Lesnoy, V.; Slioz, L.; Kendzhaeva, N. Application of a deep pneumocartridge (pneumopatron) for recovery of water well output. In: *Motrol*, 2012, Vol. 14, No. 1, pp. 58–63. (in Russian)
11. Patent 90855 Ukraine, МПК В08В 9/04 (2006.01). The device for increasing of efficiency of pneumopulse processing of water wells (air-lift slurry pipeline) / Nezdoyminov, M. I.; Lesnoy, V. I.; Dmitrov, P. O.; Goldin, I. S. No. u 201400531; declaration 20.01.2014; published 10.06.2014, Bulletin No. 11. 2 p. (in Ukrainian)
12. Lesnoy, Viacheslav; Nezdoyminov, Viktor; Dmitrov, Pavlo. Basic parameters of influence of pneumoexplosion on the filter and around-filter zones of a

Нездойминов В. И., Лесной В. И., Дмитров П. О., Голдин И. С. – № у 201400531 ; заявл. 20.01.2014 ; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11. – 2 с.

12. Лесной, В. И. Основные параметры воздействия пневмовзрыва на фильтр и прифилтровую область водозаборной скважины [Текст] / В. И. Лесной, В. И. Нездойминов, П. А. Дмитров // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2013. Вип. 2013–5(103) : Інженерні системи та техногенна безпека в будівництві. С. 130–136.

water wells. In: *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*, 2013, Issue 2013–5(103): Engineering systems and technogenic safety in construction, pp. 130–136. (in Russian)

Лесной Вячеслав Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: інтенсифікація роботи систем водопостачання і каналізації.

Жибоедов Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: інтенсифікація роботи систем водопостачання і каналізації.

Григоренко Надія Іванівна – кандидат технических наук, доцент кафедры водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: каналізування малих населених пунктів, транспортування стічних вод під дією вакууму, процеси в газорідних системах в умовах негативного тиску.

Зятин Віталій Ілліч – асистент кафедри водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: очищення стічних вод та обробка осадів.

Лесной Вячеслав Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: интенсификация работы систем водоснабжения и канализации.

Жибоедов Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: интенсификация работы систем водоснабжения и канализации.

Григоренко Надежда Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: канализование малых населенных пунктов, транспортировка стоков под действием вакуума, процессы в газожидкостных системах в условиях отрицательного давления.

Зятин Виталий Ильич – ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: очистка сточных вод и обработка осадков.

Lesnoy Viacheslav – Ph.D. (Engineering), Associate Professor; Water Supply, Water Disposal and Water Resources Conservation and Protection Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: intensification of water and sewage systems.

Zhiboedov Alexandr – Ph.D. (Engineering), Associate Professor; Water Supply, Water Disposal and Water Resources Conservation and Protection Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: intensification of water and sewage systems.

Grigorenko Nadezhda – Ph.D. (Engineering), Associate Professor; Water Supply, Water Disposal and Water Resources Conservation and Protection Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the sewer systems of small settlements, transporting sewage under vacuum, processes in gas-liquid systems under negative pressure.

Ziatina Vitalii – assistant, Water Supply, Water Disposal and Water Resources Conservation and Protection Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: sewage water treatment.