

$$L_p = \frac{31 \cdot K \cdot f_p \cdot x_{\text{FeO}}^{2,5} \cdot \gamma_{\text{FeO}}^{2,5} \cdot \sum n}{\gamma_{\text{PO}_{2,5}}} \quad (5)$$

Из приведенных реакций (1) и (3) видно, что для повышения полноты протекания процесса дефосфорации необходимо иметь повышенное содержание оксидов железа и кальция в шлаке. Рекомендуемое отношение (CaO)/(FeO) около 2–4 (рисунок 1).

Проведено исследование процесса рафинирования стали от фосфора с использованием твердых шлаковых смесей в ИТП вместимостью 6 т.

Для ускорения процесса окисления после расплавления каждой порции шихты в печь загружали металлический лом с твердыми шлаковыми смесями, состоящий из железорудного концентрата, извести и плавикового шпата.

При соблюдении условий, подбора состава специальных шлаков придание им активности при взаимодействии с металлической ванной, например, уменьшение высоты мениска, можно добиться существенной дефосфорации стали. Данный технологический прием широко используется в промышленных условиях.

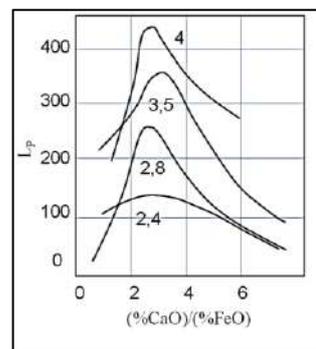


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента распределения  $L_p$  от основности и (%FeO) (Цифры у кривых – основность шлака  $B = (\%CaO)/(\%SiO_2)$ )

#### Список литературы

- 1 Тоиров, О. Т. Совершенствование технологии внепечной обработки стали с целью повышения ее механических свойств / О. Т. Тоиров, Н. К. Турсунов, Л. А. Кучкоров // *Universonum : технические науки*. – М. : Международный центр науки и образования, 2022. – № 4–2 (97). – С. 65–68.
- 2 Кучкоров, Л. А. Исследование стержневых смесей для повышения газопроницаемости / Л. А. Кучкоров, Н. К. Турсунов, О. Т. Тоиров // *Oriental renaissance : Innovative, educational, natural and social sciences*. – 2021. – Vol. 1, no. 8. – P. 831–836.
- 3 Турсунов, Н. К. Исследование процессов дефосфорации и десульфурации при выплавке стали 20ГЛ в индукционной тигельной печи с дальнейшей обработкой в ковше с использованием редкоземельных металлов / Н. К. Турсунов, А. Е. Семин, Э. А. Санокуюлов // *Черные металлы*. – 2017. – № 1. – С. 33–40.
- 4 Турсунов, Н. К. Теоретический и экспериментальный анализ процесса перевода индукционной тигельной печи из разряда переплавной установки в активный рафинирующий сталеплавильный агрегат / Н. К. Турсунов, А. Е. Семин, А. А. Саидирахимов // *Физико-химические основы металлургических процессов : тез. докл. Междунар. науч. конф., посвященной 115-летию со дня рождения академика А. М. Самарина, Москва, 14–15 нояб. 2017 г.* – М. : ИМЕТ РАН, 2017. – С. 62.
- 5 Турсунов, Н. К. Исследование в лабораторных условиях и индукционной тигельной печи вместимостью 6 тонн режимов рафинирования стали 20ГЛ с целью повышения ее качества / Н. К. Турсунов, А. Е. Семин, Э. А. Санокуюлов // *Тяжелое машиностроение*. – 2017. – № 1–2. – С. 47–54.
- 6 Using of exothermic inserts in the large steel castings production of a particularly / О. Т. Toirov [et al.] // *Web of Scientist : International Scientific Research Journal*. – 2022. – Vol. 3, no. 1. – P. 250–256.

УДК:628.218

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

А. В. УРИЦКАЯ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Системы канализации в настоящий момент представляют собой неотъемлемый элемент благоустройства современных населенных пунктов, а техническое совершенствование с повышением эффективности функционирования таких систем и снижением негативного воздействия на окружающую среду является актуальной задачей.

Транспортирование сточных вод может осуществляться самотечным или принудительным способом, благодаря созданию избыточного давления или вакуума, приводящего к движению сточные воды с расчетными скоростями.

При самотечной системе канализации отведение сточных вод осуществляется по безнапорным трубопроводам. В малых населенных пунктах создание таких сетей предполагает подключение каждого здания отдельным трубопроводом к сборному уличному трубопроводу. Последние объединяются в коллектор для транспортирования сточных вод на очистные сооружения [2].

Самотечная система канализации считается традиционной и используется чаще других систем, отличается минимальными затратами на подключение и простотой последующей эксплуатации.

Главным показателем для выбора в пользу той или иной системы канализации являются действующие в Республике Беларусь нормативы в части транспортировки сточных вод: СН 4.01.02–2019 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [1], которые устанавливают: «Основным требованием при проектировании самотечных коллекторов является пропуск расчетных расходов при самоочищающихся скоростях движения транспортируемых сточных вод» (п. 5.2.1) во избежание заиливания. В случае невозможности обеспечения самоочищающихся скоростей в сетях канализации вследствие малых расчетных расходов от индивидуальных жилых строений (ИЖС), кемпингов, гостиниц и др., следует переходить на альтернативные способы транспортирования сточных вод: напорные либо вакуумные системы.

При несоблюдении требований нормативной документации требуется постоянное вмешательство эксплуатирующей организации для организации прочистки труб.

На этапе проектирования системы канализации н. п. Роги и н. п. Южная были разработаны схемы и выполнены гидравлические расчеты в соответствии с СН 4.01.02 2019 [1]. В результате чего установлено, что 100 % канализационных сетей находится в безрасчетном режиме, при котором уровень заполнения не превышает 0,2. Скорость течения при этом не превышает 0,4 м/с, что приведет к заиливанию канализационных сетей, а это противоречит требованиям п. 8.3.2 норм [1]. Безрасчетный режим – невозможность достичь скоростей самоочистки. Их можно достичь только в случае очень большого заглубления и частой установки повысительных насосных станций КНС. Таким образом, канализационная сеть не может быть запроектирована и построена, в противном случае необходимо учитывать эксплуатационные затраты по ежегодной прочистке сетей.

В качестве альтернативного способа транспортирования сточных вод предлагается рассмотреть устройство системы вакуумной канализации.

Затраты на прочистку сетей при эксплуатации вакуумной технологии меньше на 100 %, т.к. при вакуумной канализации невозможно заиливание системы. Затраты на электроэнергию с использованием вакуумной технологии также меньше, поскольку используется только один потребитель электроэнергии – вакуумная станция. При самотечной системе понадобилось бы строительство большого количества КНС.

Принцип работы вакуумной канализации заключается в транспортировке сточных вод по трубопроводам, в которых поддерживается пониженное давление на центральную вакуумную станцию [2]. Вакуумные клапаны, устанавливаемые внутри смотровых колодцев у зданий, работают, используя энергию вакуума.

Сточные воды отводятся из здания в колодец, после наполнения которого до определенного уровня открывается клапан, и сточная вода под действием вакуума направляется в трубопровод.

Вакуумная станция оснащается насосами для создания пониженного давления в сети канализации, сборным резервуаром и канализационными насосами, подающими сточные воды из сборных резервуаров к очистным сооружениям. При повышении давления в резервуаре сверх заданного предела включаются вакуумные насосы, поддерживая отрицательное давление в сборном резервуаре [2].

Преимущества вакуумной системы канализации:

- только центральная вакуумная станция обеспечивается электрической энергией;
- трубы не засоряются вследствие высокой скорости движения сточных вод;
- нет необходимости в строительстве смотровых колодцев;
- могут использоваться гибкие полимерные трубы малого диаметра, которые укладываются на небольшой глубине;
- отсутствуют запахи, инфильтрация, а также утечки сточных вод, что позволяет размещать трубопроводы рядом с дождевой канализацией и водопроводом, а также в водоохраных зонах;
- предотвращается газовая коррозия труб вследствие гидролиза примесей в сточной воде.

Недостатки вакуумной системы канализации:

- эксплуатация центральной вакуумной станции может сопровождаться выделением газов (сероводорода), из-за чего может потребоваться биологическая очистка воздуха;
- требуется регулярное профилактическое обслуживание, а также своевременная замена изношенных деталей и уплотнений механического контроллера вакуумного клапана, поскольку при блокировке и открытом состоянии клапана происходит остановка работы системы вследствие отсутствия вакуума.

Применение вакуумной системы канализации в малых населенных пунктах позволит сократить затраты на рытье траншей, прочистку сетей и электроэнергию, избежать строительства большого количества повысительных насосных станций и использовать трубы малого диаметра. Поэтому вопрос, связанный с развитием такого технического решения, представляется перспективной.

Для решения этой задачи следует адаптировать положения по проектированию строительства систем вакуумной канализации в национальных ТНПА и справочной литературе. Основные положения, устанавливающие требования к устройству и функционированию систем вакуумной канализации, приведены в европейском стандарте EN 16932-3, который рассматривает такие системы, как разновидность наружных сетей канализации с механическим водоподъемом.

#### Список литературы

- 1 СН 4.01.02-2019. Канализация. Наружные сети и сооружения – Введ. 20200-07-09. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 78 с.
- 2 Новикова, О.К. Канализационные сети / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 179 с.

УДК 628.387

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОСАДКАМИ СТОЧНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*И. И. ФИЛАТОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время необработанный (нестабилизированный) осадок обезвоживается на очистных сооружениях Республики Беларусь, перевозится автомобильным транспортом и складировается на иловых площадках. Это не отвечает требованиям экологической, технической и экономической устойчивости.

Для разработки эффективной стратегии управления осадком, прежде всего, необходимо определить наилучшие варианты утилизации и захоронения, а также характеристики продукта (количество и качество) в каждом варианте. Затем определяется технология получения необходимого продукта для реализации наилучшего варианта безопасного использования и утилизации [1].

Основываясь на опыте и перспективном применении осадка сточных вод в странах ЕС [2–4], очистные сооружения Республики Беларусь рассматривают следующие возможности:

1 Внесение осадка сточных вод в почву:

- в сельском хозяйстве при выращивании пищевых и технических культур, в том числе топливных;
- при рекультивации нарушенных земель на объектах промышленного производства и добычи полезных ископаемых;
- в лесном хозяйстве;
- при озеленении городских парков, благоустройстве территорий и пр.;

2 Получение энергии из отходов:

- путем моносжигания (только осадка сточных вод);
- в установках сжигания твердых коммунальных отходов (ТКО);
- в цементных печах;

3 Размещение на полигоне либо дальнейшее использование иловых площадок.

В странах ЕС сельскохозяйственное использование обработанного осадка сточных вод является экономичной и экологически чистой альтернативой химическим удобрениям.

Осадок сточных вод может вноситься в почву в любом виде (жидкий осадок, обезвоженный кек или высушенный осадок). При использовании осадка сточных вод следует учитывать технические, экологические и стоимостные аспекты, связанные с хранением, транспортировкой, утилизацией и контролем стандартов качества.

Рекультивация нарушенных земель. Нарушенные и заброшенные земли обычно ухудшают качество ландшафта, а также являются источником загрязнения, переносимого воздушными и водными потоками. Твердые биологические вещества успешно применяются для быстрой рекультивации и улучшения качества большинства типов нарушенных земель, где почва повреждена или отсутствует почвенный покров.

Продукты переработки осадка сточных вод эффективно используются для рекультивации выработанных шахт и карьеров, которые разрабатывались открытым способом, мест добычи песка и щебня, а также для рекультивации полигонов для захоронения твердых бытовых отходов.