

Grigoriev, L.K. Korban; Belarusian National Technical University, Department of Construction Economics. – Electron. Data. – Minsk: BNTU, 2018.

[УДК 332.8](#)

[ББК 65.9](#)

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД  
Г. МИНСКА

А.Д. ГУРИНОВИЧ<sup>1</sup>, М.О. МАКЕЙ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор техн. наук, профессор кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

<sup>2</sup> студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*В комплексе проблем водопроводно-канализационного хозяйства одной из важнейших является решение проблемы выбора оптимального варианта обработки и утилизации осадков сточных вод (далее ОСВ), образующихся на городских очистных сооружениях. Ежегодный прирост ОСВ требует изъятия значительных площадей земли из хозяйственного оборота для складирования или захоронения осадков, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.*

Ключевые слова: строительство, осадки сточных вод, очистные сооружения, утилизация осадка, технологии, анализ.

ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF  
TREATMENT AND UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE IN  
MINSK

A.D. HURYNOVICH<sup>1</sup>, M.O. MAKEY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Science in Engineering, professor of the Department «Economics, Construction Organization and Real Estate Management»

<sup>2</sup> student of the specialty 1-27 01 01 «Economics and organization of production»

Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*In the complex of problems of water supply and Sewerage one of the most important is to solve the problem of choosing the optimal option of treatment and disposal of sewage sludge (hereinafter OSV), formed at urban treatment facilities. The annual increase in OSV requires the withdrawal of significant areas of land from economic circulation for storage or disposal of sediments that have a negative impact on the environment.*

Keywords: construction, sewage sludge, treatment facilities, sludge disposal, technology, analysis.

## ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция существующих сооружений очистки сточных вод (далее СОСВ) и строительство новых объектов диктует необходимость применения наилучших доступных технологий (НДТ, англ. BAT - Best Available Technology). Для того чтобы СОСВ технически грамотно обследовать, рассчитать, математически смоделировать, определить оптимальный вариант и запроектировать, построить и осуществить наладку, а в дальнейшем эффективно эксплуатировать нужны высококвалифицированные специалисты. И как правильно отметил в России директор компании «Архитектура Водных Технологий» Харькин С.В: «таких специалистов мало, их нужно срочно готовить, а пока в их отсутствие вопросы реконструкции, строительства и эксплуатации очистных сооружений сопровождаются обилием мнений, доморощенных решений и мифов» [1]. Это в полной мере относится и к нашей республике и особенно проявилось в 3-х бизнес-планах проекта реконструкции Минской СОСВ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывает анализ запроектированных и построенных объектов водоснабжения и канализации в Беларуси по проектам, кредитуемым Международным банком реконструкции и развития (МБРР), в которых была завышена стоимость выполнения самого технико-экономического обоснования ТЭО, проектных решений и строительства, имеются существенные недоработки (Гродно, Пинск, Ошмяны и других городов) [2].

В обосновании инвестиций проекта реконструкции Минской СОСВ, на основе которой были разработаны три версии бизнес-планов: первая - в 2015 г., возвращенная экспертизой на доработку; вторая - в 2017 г

(той же экспертизой отклоненная и направленный на доработку); третья - в 2018 г., видоизмененная названием и практически не отличающаяся от предыдущих, но проведенная через других экспертов.

В указанных версиях были рассмотрены одни и те же варианты обработки и утилизации осадков сточных вод:

- 1 – сушка и сжигание с реализацией тепловой и электрической энергии;
- 2 – сбраживание в мезофильном или в термофильном режиме, сушка и сжигание с реализацией тепловой и электрической энергии;
- 3 – сушка природным газом с реализацией альтернативного топлива.

Из бизнес-плана следовало, что предпочтительным вариантом без указания критериев исходя из технологической, энергетической и экономической оценки является 2-ой - технология обработки и утилизации осадка по схеме «Сбраживание в термофильном режиме, сушка и сжигание с реализацией тепловой и электрической энергии».

Анализ результатов проведенных расчетов показал, что выбор является сомнительным с точки зрения:

– **экологической:** вопросы по обезвреживанию выбрасываемых газов (от высокотоксичных хлорорганических соединений и др.) с установки сжигания, образование и использование высокотоксичной золы;

– **технической:** анаэробное сбраживание является способом

предварительной обработки, а не конечного использования, при этом, значительно снижается теплотворная способность осадков перед их сжиганием и др.;

– **экономической**: совершенно ясно и точно известно, что выбран самый дорогой вариант среди альтернативных. Это касается и технологии сбраживания и сжигания.

Для анализа инвестиционных и производственных издержек, сопоставимости себестоимости, потребления тепловой и электрической энергии на собственные нужды, платежей за использование природных ресурсов ниже представлена сводная таблица, построенная на данных из проекта «Реконструкция Минской очистной станции по ул. Инженерная, 1. Внесение изменений. Бюджет проекта. Эффективность инвестиций».

Таблица 1 – Сводная таблица для анализа вариантов утилизации осадка МОС.

№ п/п	Наименование	Вариант 1 - сушка - сжигание	Вариант 2 Сбраживание-сушка-сжигание		Вариант 3 - сушка -сжигание в цементной печи в каче- стве топлива
			2.1 мезофильное сбраживание	2.2 термо- фильное сбражива- ние	
1.	Инвестиционные издержки, евро	95 938 909	136 839 593	122 011 037	53 209 051
2.	Производственные издержки, руб.	27 002 897	28 742 199	26 858 866	*32 628 880
3.	Чистая прибыль, руб.	- 20 214 945	- 18 789 762	- 16 726 634	** - 31 040 684
4.	Потребление электроэнергии на собственные нужды, МВт ч/год	22 310	24 280	23 380	20 720
5.	Потребление теплоэнергии на собственные	163,960	125,085	131,540	157,331

	нужды, тыс. Гкал/год				
6.	Потребление природного газа, тыс. м <sup>3</sup>	1 334,57	1 858,87	1 941,81	20,580,1
7.	Экологический налог, руб.	178 392	242 191	239 537	88 991
8.	Суммарное количество реагентов, тонн	10 316,25	8 639,84	8 639,84	12,24
9.	Затраты на ремонт и обслуживание, руб.	939 968	1 339 863	1 194 922	521 405

Источник: собственная разработка автора

\* В составе производственных издержек проектная организация заложила транспортные расходы на доставку одной тонны высушенного осадка на цементный завод в размере 79,4 доллара, что в пять раз превышает стоимость ж/д тарифа, утвержденного Минэкономки РБ.

\*\* В вариантах утилизации осадка 1, 2.1, 2.2 учтены доходы от реализации тепловой и электрической энергии. В случае с вариантом 3 эти доходы не отражены.

Таким образом, вместо объективного анализа всех существующих альтернативных технических решений, разработчики сделали вывод о единственно возможном способе решения проблемы утилизации осадков сточных вод и навязчиво предлагают вариант 2.

Но дополнительно с тремя предложенными вариантами можно сравнить еще один: вариант № 4 - сушка природным газом с реализацией альтернативного топлива. Данная технология предполагает сушку обезвоженного осадка и ила природным газом с получением гранул, которые используются в качестве топлива на цементном заводе (источник тепловой энергии для сушки - природный газ) и включает следующие технологические процессы:

- подача обезвоженной смеси сырого осадка и ила влажностью 80% из цеха мехобезвоживания в бункер для промежуточного хранения;

- подача обезвоженной смеси сырого осадка и ила из бункера на технологию сушки, где происходит испарение влаги до степени, необходимой для дальнейшей транспортировки гранул  $W=10\%$ ;

- подача высушенного осадка на установку грануляции;

- дезодорирование газов, отходящих от сушилки;
- подача тепловой энергии, образующейся при сжигании природного газа в сушилку;
- очистка дымовых газов и выпара;
- очистка сточной воды от скрубберов;
- отгрузка гранул из высушенного осадка на цементный завод для использования в качестве альтернативного топлива (при наличии долгосрочных договоров).

Сопоставим стоимостные показатели 4 варианта, отразив данные в таблице.

Таблица 2 – Сводная таблица для анализа вариантов утилизации осадка МОС (с дополнительным 4 вариантом).

№ п/п	Наименование	Вариант 1 - сушка - сжигание	Вариант 2 Сбраживание-сушка-сжигание		Вариант 3 - сушка - сжигание в цементной печи в качестве топлива	Вариант 4 сушка природным газом с реацией альтернативного топлива
			2.1 мезофильное сбраживание	2.2 термофильное сбраживание		
1.	Инвестиционные издержки, евро	95 938 909	136 839 593	122 011 037	53 209 051	48 578 767
2.	Производственные издержки, руб.	27 002 897	28 742 199	26 858 866	*32 628 880	20 338 678
3.	Потребление электроэнергии на собственные нужды, МВт ч/год	22 310	24 280	23 380	20 720	19 250
4.	Потребление тепловой энергии на	163,9 60	125,085	131,540	157,331	125,100

	собственные нужды, тыс. Гкал/год					
5.	Потребление природного газа, тыс. м <sup>3</sup>	1 334,57	1 858,87	1 941,81	20 580,1	33 280
6.	Экологический налог, руб.	178 392	242 191	239 537	88 991	28 668
7.	Суммарное количество реагентов, тонн	10 316,25	8 639,84	8 639,84	12,24	24,12
8.	Затраты на ремонт и обслуживание, руб.	93 968	1 339 863	1 194 922	521 405	745 198

Источник: собственная разработка автора

Исходя из анализа расчетов, можно сказать, что вариант «Сбраживание, сушка и сжигание с реализацией тепловой и электрической энергии» приносит наибольшую прибыль. Однако, у этого варианта есть минусы, которые не дают назвать этот способ самым лучшим.

Этот способ требует наибольших капитальных затрат по сравнению с другими способами. Также этот вариант требует наибольших издержек производства. Себестоимость 1м<sup>3</sup> очистки стоков является максимальной в сравнении с остальными методами.

Согласно этому методу, планируется реализовывать электроэнергию в количестве 46,23 млн. кВт ч/год. Но непонятно, будут ли потребители данной электроэнергии. А учитывая вышесказанное, прибыль будет намного меньше.

Так же, если после строительства АЭС, упадут тарифы электроэнергии, то производство ждет крах.

На данный момент объем сточных вод по г. Минску составляет 447 млн.м<sup>3</sup>/год при численности населения на 1 января 2017 года 1974,8 тыс.чел.

В проекте предусмотрено увеличение объема приема сточных вод до 750 млн.м<sup>3</sup>/год. Учитывая тот факт, что население Минска растет приблизительно на 20 тыс. человек в год, к 2022 году оно примерно будет составлять 2075 тыс. чел. Поэтому вопрос о целесообразности увеличения приема стоков до таких объемов остается открытым.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, следует отметить, что наиболее экономически обоснованным является вариант 3.1 «Сушка и сжигание с получением альтернативного топлива (реализация альтернативного топлива на цементном заводе)», получившая широкое распространение в последние годы. Капитальные затраты являются одними из наименьших, а затраты на производство минимальны.

## ЛИТЕРАТУРА

20. Крупнова Т., Г., Кострюкова А., М., Машкова И. В. Обзор современных технологий обработки осадков городских сточных вод. Сельское, лесное и водное хозяйство. // URL: <http://agro.snauka.ru/2014/07/1549> (дата обращения 29.10.2019)

21. Данилович Д. А., Ванюшина А.Я. Анаэробное сбраживание ключевая технология обработки осадков городских сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, № 10 2013. – с. 58-65.

22. Щуклин П. В., Ромахина Е. Ю., Ручкинова О. И. Анализ основных направлений обработки осадков городских сточных вод. // Вестник ПНИПУ. Урбанистика, №4 (8), 2012г. – с.119-134.

23. Bolzonella A., Cavinato C. Fatone F. et al. High rate mesophilic, thermophilic, and temperature phased anaerobic digestion of waste activated sludge: A pilot scale study. // Waste Management. 2012, v. 32, p. 1196–1201.

## REFERENCES

1. Krupnova T., G., Kostyukova A., M., Mashkova I. V. Review of modern technologies of urban wastewater sludge treatment. Agriculture,



forestry and water management.// URL:  
<http://agro.snauka.ru/2014/07/1549> (accessed 29.10.2019)

2. Danilovich D. A., Vanyushina A. Ya. Anaerobic digestion is a key technology of urban wastewater sludge treatment. // Water supply and sanitary engineering, No. 10 2013. pp. 58-65.

3. Shuklin P. V., E. Y. Romashina, Roccanova O. I. Analysis of major areas of sludge treatment of municipal wastewater. // Bulletin of PNRPU. Urbanistics, No. 4 (8), 2012-pp. 119-134.

4. Bolzonella A., Cavinato C. Fatone F. et al. High rate mesophilic, thermophilic, and temperature phase anaerobic digestion of waste activated sludge: A pilot scale study. // Waste Management. 2012, V. 32, p. 1196-1201.

[УДК 69.003](#)

[ББК 65.31](#)

## ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О.И. ГУШЕЛЬ<sup>1</sup>, А.С. МАЗАЛЬСКАЯ<sup>2</sup>, В.А. МАТЮЩЕНКО<sup>3</sup>

<sup>1</sup> старший преподаватель кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

<sup>2</sup> студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

<sup>3</sup> студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*Республика Беларусь является социально ориентированным государством, поэтому должны быть созданы возможности для интеграции в жизнь общества всех граждан, в том числе маломобильных групп населения. Для полноценной интеграции необходима реализа-*