

УДК 543.4:544.2

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКА ВОДООЧИСТКИ

Лупандина Н.С.¹, Свергузова С.В.², Порожнюк Л.А.³, Порожнюк Е.В.⁴,
Шайхиев И.Г.⁵

¹⁻⁴Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; 308012, Россия, Белгород; кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии; e-mail: ¹ecnata@mail.ru, ²pe@intbel.ru, ³porozhnyuk@yandex.ru, ⁴eporozhnyuk@bk.ru

⁵Казанский национальный исследовательский технологический университет; 420015, Россия, Казань; доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной экологии; e-mail: ildars@inbox.ru

Аннотация. В статье показаны объемы образования одного из отходов от переработки сахарной свеклы – сатурационного осадка (дефеката), образующегося на стадии defeкации диффузионного сока известью. Показано влияние на объекты окружающей среды при размещении сатурационного осадка на полигонах или полях фильтрации. Исследована возможность использования термообработанного при 600 °С сатурационного осадка (ТМСО600) в качестве реагента для очистки окрашенных сточных вод прачечной. Приведены зависимости снижения цветности и увеличения степени удаления сульфат- и фосфат-ионов при повышении дозировки ТМСО600 в очищаемой сточной жидкости. Исследована возможность использования осадка, образующегося при очистке сточной жидкости прачечной, в качестве пигмента-наполнителя в производстве лакокрасочных материалов. Определен дисперсный состав высушенного осадка. Определены физико-механические показатели грунтовки марки ГФ-021, содержащей в своем составе полученный осадок с полной заменой штатных наполнителей и пигмента в количестве 42,7 %. Определено, что грунтовка ГФ-021, изготовленная по утвержденной рецептуре с использованием образца осадка, полученного при очистке сточных вод ТМСО600 – отходом сахарной промышленности, соответствует требованиям ТУ 2312-029-54651722-2001. Также осадок после очистки водных сред от СПАВ исследован в качестве компонента сухих строительных смесей для устройства полов. Приведены результаты производственных испытаний сухих строительных штукатурных смесей с карбонатной добавкой – сатурационным осадком после использования его для очистки СПАВ-содержащих сточных вод –на соответствие техническим требованиям. Полученные результаты показали, что предлагаемые сухие строительные штукатурные смеси с карбонатной добавкой соответствуют требованиям ТУ 5445-012-59384421-2014 и могут быть использованы для устройства полов. Сделаны выводы, что применение предлагаемого материала, полученного в результате очистки сточных вод различных производств с использованием термообработанного сатурационного осадка, для производства грунтовки позволит уменьшить количество образующихся техногенных отходов и расширить сырьевую базу для лакокрасочной промышленности.

Ключевые слова: отход сахарного производства, сатурационный осадок, очистка сточных вод, пигменты-наполнители, сухие строительные смеси.

ВВЕДЕНИЕ

В производстве сахарозы из растительного сырья образуется несколько видов техногенных отходов. Наибольший объем (до 83 %) от массы сахарной свеклы составляет жом. Стружка сахарной свеклы после того, как из нее был извлечен сахар, покидает производство в жидком состоянии, с содержанием воды около 90% и при температуре около 70 °С. Посредством отжима часть воды удаляют. Так получают сырой жом с содержанием сухого вещества от 20 до 30 % и при температуре около 50°С. Этот продукт скормливают животным в свежем или силосованном виде. К одним из широко распространенных и крупнотоннажных отходов промышленности можно отнести сатурационный осадок (дефекат) – твердый отход производства свекловичного сахара. Большое количество заводов по переработке сахарной свеклы расположены в Российской Федерации, Украине, странах Западной Европы. Только на территории Белгородской области (РФ) действует 6 сахарных заводов. Естественно, деятельность такого количества свеклоперерабатывающих предприятий влечет за собой проблему образования, накопления и утилизации промышленных отходов. Как уже упоминалось ранее, в процессе переработки свеклы образуется жом и дефекат. Жом используется как добавка в корм скоту, поэтому вопрос о его утилизации закрыт. Иначе обстоит дело с дефекатом. О количестве образующегося дефеката на примере Белгородской области можно судить из таблицы 1.

Таблица 1.

Информация о количестве образующегося дефеката в Белгородской области

Количество сахарных заводов	6
Мощность одного завода по переработке свеклы, т/год	2 000 000
Количество дефеката, образующегося на одном заводе, т/год	200 000
Общее количество дефеката по Белгородской области, т/год	1 800 000

В настоящее время лишь небольшая доля дефеката используется в сельскохозяйственной сфере для минерализации почв, однако, большая его часть складировается на промышленных полигонах или полях фильтрации как невостребованный отход. По ориентировочным подсчетам, для складирования дефеката на промышленных полигонах на каждом заводе отчуждается более 120 га земель. При хранении дефеката на полигонах происходит загрязнение окружающей среды (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, при хранении дефеката на промышленных полигонах происходит поступление в объекты окружающей среды значительного количества загрязняющих веществ и ухудшение санитарно-гигиенических показателей атмосферного воздуха, водных объектов и почв. Поэтому проблема утилизации дефеката является актуальной.

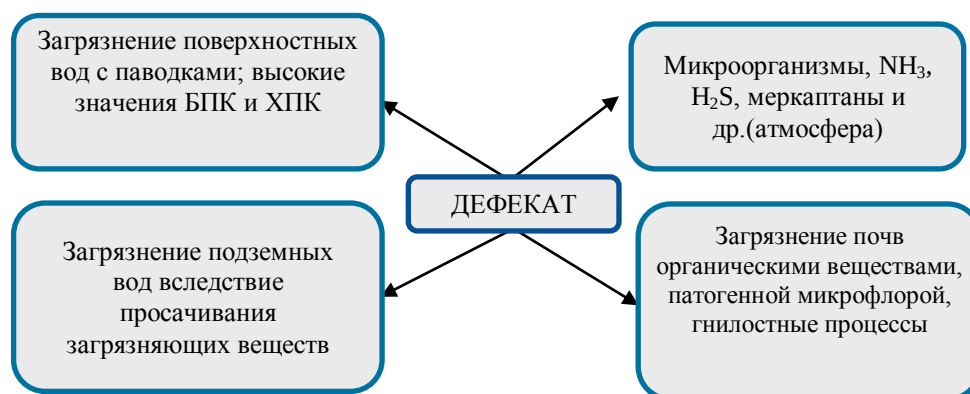


Рис. 1. Загрязнение объектов окружающей среды при хранении дефеката на промышленных полигонах

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В настоящее время в мировом сообществе стремительно развивается новое инновационное направление в области охраны окружающей среды – использование отходов промышленного и сельскохозяйственного производства для удаления загрязняющих веществ из природных и сточных вод. Особый интерес представляют отходы от переработки сахарной свеклы.

Целью работы является установление параметров для получения сорбционного материала для очистки сточных вод, содержащих красители и утилизация полученного осадка водоочистки.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Нами из сатурационного осадка после термической обработки получен сорбционный материал [1, 2], который использован для очистки сточных вод (СВ), содержащих краситель метиленовый голубой [3].

Для подтверждения целесообразности предлагаемого способа очистки СВ, содержащих красители, нами была исследована возможность применения термомодифицированного при температуре 600 °С сатурационного осадка (ТМСО600) для очистки сточных вод ООО «Немецкая химчистка», содержащие сульфат- и фосфат-ионы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), взвешенные вещества. Данные по содержанию вышеназванных загрязняющих веществ при различных начальных значениях pH (pH = 5,6 и 6,0) до очистки и после добавления ТМСО600 в различных дозировках приведены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 следует, что степень очистки составляет 78,7 - 98,4 % и увеличивается при возрастании дозировки ТМСО600. На рисунке 2 приведена зависимость изменения окрашиваемости сточной жидкости от дозирования ТМСО600. С увеличением содержания исследуемого сорбционного материала содержание красителей, и соответственно, интенсивность

окраски СВ понижается, что вполне закономерно. По остальным загрязнителям также отмечается высокая степень очистки (рис. 3 и 4) [4].

Таблица 2.
Очистка сточных вод ООО "Немецкая химчистка"

Добавка ТМСО ₆₀₀ , г/дм ³	До очистки					После очистки					Эффективность очистки, %
	рН	SO ₄ ²⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л	взв. в-ва, мг/л	опт. плотн., D, нм	рН	SO ₄ ²⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л	взв. в-ва, мг/л	опт. плотн., D, нм	
0,01	6,0	790	26,4	138	1,28	7,1	8,0	1,2	36,2	0,27	78,9
0,02	6,0	790	26,4	138	1,28	7,3	7,8	1,2	32,3	0,07	94,5
0,03	6,0	790	26,4	138	1,28	7,5	7,8	1,1	26,5	0,03	97,6
0,01	5,6	820	24,8	152	1,26	6,9	8,3	1,0	42,7	0,20	84,1
0,02	5,6	820	24,8	152	1,26	7,1	8,4	1,1	38,2	0,06	95,2
0,03	5,6	820	24,8	152	1,26	7,3	8,2	1,2	33,9	0,02	98,4
0,01	6,4	760	31,2	145	1,27	6,9	8,0	1,3	40,5	0,27	78,7
0,02	6,4	760	31,2	145	1,27	7,3	7,9	1,2	36,1	0,07	94,5
0,03	6,4	760	31,2	145	1,27	7,8	7,8	1,1	30,7	0,02	98,4

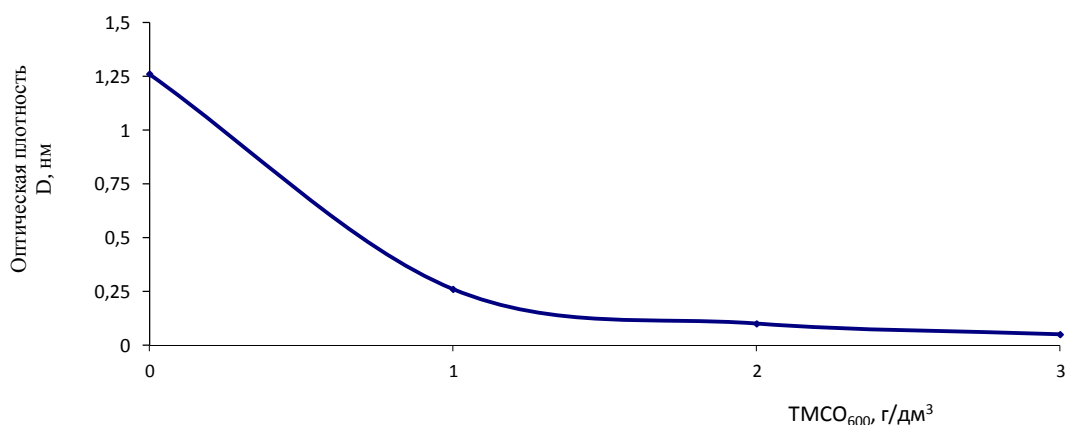


Рис. 2. Зависимость изменения окрашиваемости сточной жидкости от дозировки ТМСО₆₀₀

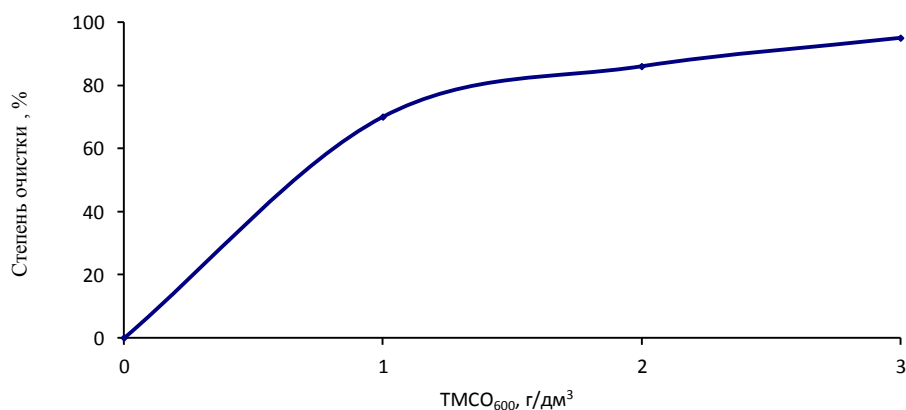


Рис. 3. Зависимость степени очистки от ионов PO₄³⁻ от дозы ТМСО₆₀₀

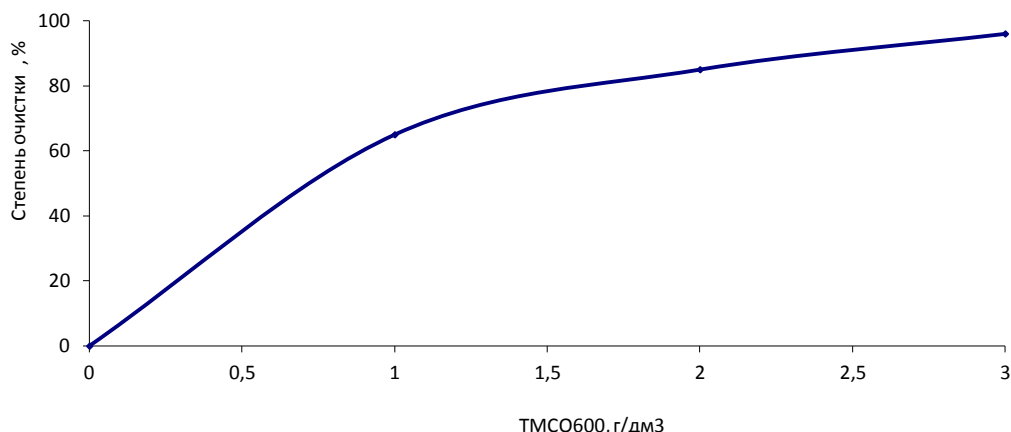


Рис. 4. Зависимость степени очистки от ионов SO_4^{2-} от дозы ТМСО₆₀₀

Проведенные в производственных условиях испытания показали высокую степень очистки окрашенных СВ полученным сорбционным материалом.

После очистки образуется осадок, состоящий в основном, из CaCO_3 (89,6 %) и незначительных примесей других веществ. Частицы осадка имеют высокую дисперсность, их размер не превышает 200 мкм; преимущественное большинство частиц имеют размер до 40 мкм. Расчетное содержание красителя в осадке – не более 0,2 %. По ряду физико-химических показателей осадок водоочистки подобен тем пигментам-наполнителям, которые широко используются в промышленности [5-7].

Проверку предлагаемого вещества – осадка водоочистки – на пригодность для его использования в качестве пигмента-наполнителя в производстве лакокрасочных материалов проводили в производственной лаборатории завода Краски КВИЛ, г. Белгород.

Осадок, полученный при очистке сточных вод МУП «Горводоканал», г. Алексеевка, модифицированным сатурационным осадком (ТМСО600), был испытан в лаборатории предприятия [8, 9] ООО Завод «Краски КВИЛ» на возможность использования в производстве грунтовок по утвержденным рецептурам в соответствии с ТУ 2312-029-54651722-2001.

Проба, представленная на исследование, имела вид порошка черного цвета, содержание H_2O – 0,33 %. Перед проверкой в рецептуре ЛКМ проба была проверена на диспергируемость в качестве пигмента на лабораторном бисерном диспергаторе марки «ЛДУ-3». Проверка диспергируемости проводилась в течение 60 мин. при 2500 об/мин без охлаждения. Определено, что при норме для пигментов размеров частиц не более 20 мкм, измельченный ТМСО600 имел размеры менее 10 мкм. Осадок, полученный при очистке сточных вод с помощью ТМСО600, по результатам лабораторных испытаний имеет хорошую диспергируемость.

На основании вышеизложенного исследовалась возможность использования образца осадка, полученного при очистке сточных вод ТМСО600 – отходом сахарной промышленности, в рецептуре грунтовки ГФ-021 ТУ 2312-029-54651722-2001 черного цвета.

Грунтовка изготовлена по утвержденной рецептуре с полной заменой наполнителей и пигмента на осадок, полученный при очистке сточных вод ТМСО600 – отходом сахарной промышленности в количестве 42,7 %. Показатели качества приведены в таблице 3.

Были проведены производственные испытания строительных штукатурных смесей с карбонатной добавкой – сатурационным осадком после использования его для очистки СПАВ-содержащих сточных вод на соответствие техническим требованиям. Результаты представлены в таблице 4. Результаты, представленные в таблице 4 показали, что предлагаемые смеси сухие строительные штукатурные с карбонатной добавкой – сатурационным осадком после очистки вод [10,11] от СПАВ соответствуют требованиям ТУ 5445-012-59384421-2014 и могут быть использованы для устройства полов.

Таблица 3.
Результаты испытаний осадка, полученного при очистке сточных вод ООО "Немецкая химчистка"
ТМСО600 в рецептуре грунтовки

Показатель	Требования по ТУ 2312-029-54651722-2001 «ТМРасКрас»	Результаты испытаний
Цвет	Черный	черный
Внешний вид покрытия	После высыхания грунтовка должна образовывать однородную без кратеров, пор и морщин поверхность	Соответствует
Условная вязкость, с, не менее	45	79
Степень перетира, мкм, не более	40	40
Массовая доля нелетучих, %, не менее	60	71
Степень разбавления, %, не более	20	17,5
Твердость, у.е., не более	0,15	0,23
Время высыхания, при 105 °С, мин, не более при 20 °С, ч, не более	35 24	35 1 ч 25 мин
Прочность при ударе, см, не менее	50	50
Адгезия, балл, не более	1	1
Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	1	1
Стойкость покрытия к статическому воздействию: 3% NaCl, ч, не менее H ₂ O, ч, не менее индустриального масла, ч, не менее	24 24 48	24 24 48

Таблица 4.
Результаты испытаний осадка, полученного при очистке сточных вод ООО "Немецкая химчистка"
ТМСО600 в рецептуре сухих штукатурных смесей

Показатель	Значения показателей для смесей (ТУ)	Смесь с карбонатной добавкой
	Для устройства полов	
Водоудерживающая способность, %, не менее	98	99,3
Прочность при сжатии, МПа, не менее	15	17
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, не менее	1,5	1,6
Прочность сцепления с основанием (адгезия), МПа, не менее	0,5	0,6
Погружение конуса (марка по подвижности), мм, не менее	50 для ровнителей Марка Пк2	58
Нормальная густота растворной смеси по Суттарду, диаметр расплыва, мм, не менее	250 для самовыравнивающихся	270
Водопоглощение по массе, % не более	6,0	5,5
Истираемость, г/см ² , не более	0,8 для наливных полов	0,7

На основе лигноцеллюлозных материалов из соломы злаков могут быть получены высокоэффективные сорбенты естественных радионуклидов.

ВЫВОДЫ

Грунтовка ГФ-021, изготовленная по утвержденной рецептуре с использованием образца осадка, полученного при очистке сточных вод ТМСО600 – отходом сахарной промышленности [12], соответствует требованиям ТУ 2312-029-54651722-2001. Образец осадка, полученный при очистке сточных вод, для производства грунтовок в качестве черного пигмента и наполнителя пригоден.

Осадок после очистки водных сред от СПАВ предполагается использовать в качестве компонента смесей сухих строительных смесей для устройства полов с карбонатной добавкой – отработанным сатурационным осадком.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность использования предлагаемого нами материала для производства грунтовки, что позволит уменьшить количество образующихся техногенных отходов и расширить сырьевую базу для лакокрасочной промышленности.

Материал подготовлен при поддержке центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свергузова, Ж.А. О возможности использования отхода сахарной промышленности для очистки сточных вод. / Ж.А. Свергузова, Д.А. Ельников, С.В. Свергузова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 128 - 133.
2. Свергузова, Ж.А. Аспекты водообеспечения и существующие реалии. / Ж.А. Свергузова, Д.А. Ельников, Н.С. Лупандина // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – №3. – С. 161-166.
3. Ельников, Д.А. Влияние температурной обработки дефеката на эффективность очистки модельных растворов от красителей. / Д.А. Ельников, Ж.А. Свергузова, С.В. Свергузова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 144-147.
4. Баймаханов, М.Т. Очистка и контроль сточных вод предприятий цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1983. – 192 с.
5. Свергузова, С.В. Осадок водоочистки как порообразующая добавка к керамическим смесям. / С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, Р.О. Фетисов, И.Г. Шайхiev, А.В. Шамшуров // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №7. – С. 137-139.
6. Свергузова, С.В. О возможности использования пыли производства строительных материалов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / С.В. Свергузова, Г.И. Тарасова, Ю.Н. Малахатка // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – №4. – С. 169-172.
7. Степанова, С.В. Очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов, шелухой пшеницы / С.В. Степанова, И.Г. Шайхiev, С.В. Свергузова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2014. – №6. – С. 183-186.
8. Сапронова, Ж.А. Определение доли сорбционной составляющей в процессе очистки растворов от ионов Ni^{2+} и Cu^{2+} природными глинами. / Ж.А. Сапронова, С.В. Свергузова // Экология и промышленность России. – 2016. – №7. – С. 24-29.
9. Шайхiev, И.Г. Удаление ионов кобальта высоких концентраций из модельных растворов с использованием экстрактов из отходов PISUM SATIVUM. / И.Г. Шайхiev, С.В. Степанов, С.В. Свергузова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. – №7. – С. 155-166.
10. Порожнюк, Л.А. Кальцийсодержащий отход в очистке сточных вод маслomoлочного производства. / Л.А. Порожнюк, О.О. Жадан // Сборник трудов VI Международного конгресса «Чистая вода. Казань», 25-27 марта 2015 г. – Казань, 2015. – С. 147-150.
11. Малахатка, Ю.Н. Извлечение ионов цинка из растворов пылью производства строительных материалов / Ю.Н. Малахатка, С.В. Свергузова, А.В. Шамшуров // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – №3. – С. 175 - 177.
12. Свергузова, С.В. Оценка экологической опасности керамических изделий с добавкой осадков водоочистки. / С.В. Свергузова, Н.С. Лупандина, И.Г. Шайхiev. // Вестник Казанского технологического университета – 2017. – № 2. – Т. 20. – С. 150-153.

EXPANSION OF RAW RESOURCES FOR MANUFACTURE OF BUILDING MIXES BY THE USE OF WATER PURIFICATION SEDIMENT

Lupandina N.S.¹, Sverguzova S.V.², Porozhnyuk L.A.³, Porozhnyuk E.V.⁴,
Shaikhiev I.G.⁵

¹⁻⁴ V.G. Shukhov Belgorod State Technological University, Belgorod

⁵ Kazan National Research Technological University; Kazan;

Annotation. The amounts of one of sugar beet processing wastes – saturation precipitate (lime cake), formed at diffusion juice liming are shown in the article. The influence of disposal of saturation precipitate at landfill or filter field on environmental compartments is shown. The possibility of using of thermomodified at 600 °C saturation precipitate (TMSP600) as a reagent for laundry colored sewage cleaning was investigated. Dependences of the chromaticity decrease and the increase of degree of sulfate and phosphate ions removal with the increase of TMSP600 dosage in the purified wastewater are presented. The possibility of using of the sludge, produced by laundry sewage cleaning, as a loading pigment in paintwork material production was investigated. The dispersed composition of the dried sediment is determined. The physico-mechanical characteristics of GF-021 primer, containing the obtained precipitate, with a total replacement of regular fillers and pigment in the amount of 42.7%, were determined. It was determined that GF-021 primer, manufactured according to the approved formulation using the sample of the sediment, obtained by wastewater treatment TMSP600 - waste of the sugar industry, corresponds the requirements of TC 2312-029-54651722-2001. Also, the precipitate, obtained by cleaning of aqueous media from surfactants, has been studied as a component of dry building mixes for floor construction. The results of production testing of dry construction plaster mixes with carbonate additive - saturation precipitate, previously used for cleaning of surfactant containing wastewater, for compliance with technical requirements are given. The obtained results showed that provided dry construction plaster mixes with carbonate additives correspond the requirements of TC 5445-012-59384421-2014 and can be used for floor construction. It is concluded that the use of the proposed material, obtained by cleaning of wastewater of various industries with thermomodified saturation precipitate, for primer production would allow reducing the amount of generated technogenic waste and expanding the raw material base for the paint and varnishing industry.

Keywords: sugar production waste, saturation sediment, sewage treatment, loading pigments, dry mixes.