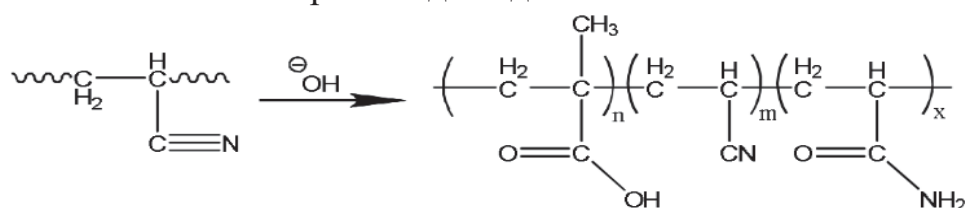


ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОБАВКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Рациональное использование отходов производства является ключевой экологической проблемой в современном мире. Особенно остра проблема поиска эффективных методов утилизации отходов на предприятиях нефтехимической отрасли, в том числе, при производстве синтетических волокон. В частности, вторичным сырьём для получения модифицирующих добавок для строительных смесей могут служить различные полимерные отходы, такие как обрезки синтетического волокна из полиакрилонитрила (ПАН) при его производстве, что и определило цель настоящего исследования. Использование отходов производства для синтеза модифицирующих добавок в бетонные смеси позволит не только снизить себестоимость продукта, но и уменьшить негативную нагрузку на окружающую среду [1].

Объектом исследования являются отходы технические при производстве синтетического волокна Нитрон-Д на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан», состоящее из кусочков разной длины, которые отбираются на стадии промывки после прядения, до операции сушки, и имеют регламентируемую влажность до 60% масс., выпускаются по ТУ ВУ тип М) в объеме около 70 тонн в год.

Синтез добавки для строительных смесей осуществляли в две стадии: на первой стадии проводили гидролиз отходов технических ПАН-волокон толщиной около 30 мкм в растворе 8 % гидроксида натрия при температуре, близкой к температуре кипения реакционной смеси (100–110°C) в течение 4 ч при постоянном перемешивании и отводе выделяющегося аммиака. Основная реакция, протекающая при гидролизе отходов технических ПАН-волокна, – омыление нитрильных групп ($-C \equiv N$) сополимера до карбоксилатных ($-COONa$) через образование промежуточных соединений: полиенов, полиимидов, полиамидов. Продукт гидролиза – гидролизованый полиакрилонитрил, представляет собой сополимер, содержащий фрагменты акрилонитрила, акриловой кислоты и акриламида вида:



На второй стадии получения добавки для строительных смесей выполнили синтез гидролизованного полиакрилонитрила с сульфитом натрия и формалином (в котором концентрация формальдегида 37% масс.), в массовом соотношении 2:1:2 при температуре 90°C в течении 40 минут при постоянном перемешивании. Полученная модифицирующая добавка для строительных смесей содержит ряд функциональных группы - SO₃H, -NH₂, -COOH и других. Молекулярное строение образцов изучали при помощи ИК-спектрометра Фурье Кауспан.

Выполнили анализ основных показателей качества смесей строительных на цементном вяжущем (использовали портландцемент типа ЦЕМ I с классом прочности 42,5Н) по ГОСТ Р 58227-2018 и ГОСТ 5802-86 определены: подвижность по расплыву конуса и подвижность по расплыву кольца, капиллярное водопоглощение и предел прочности на сжатие кубиков цементного камня размером 20x20x20 мм из цементного теста с В/Ц равным 0,5 через 7 и 28 суток испытаний.

На рисунке 1 *а,б* приведены ИК – спектры исходного полиакрилонитрила и гидролизованного полиакрилонитрила соответственно.

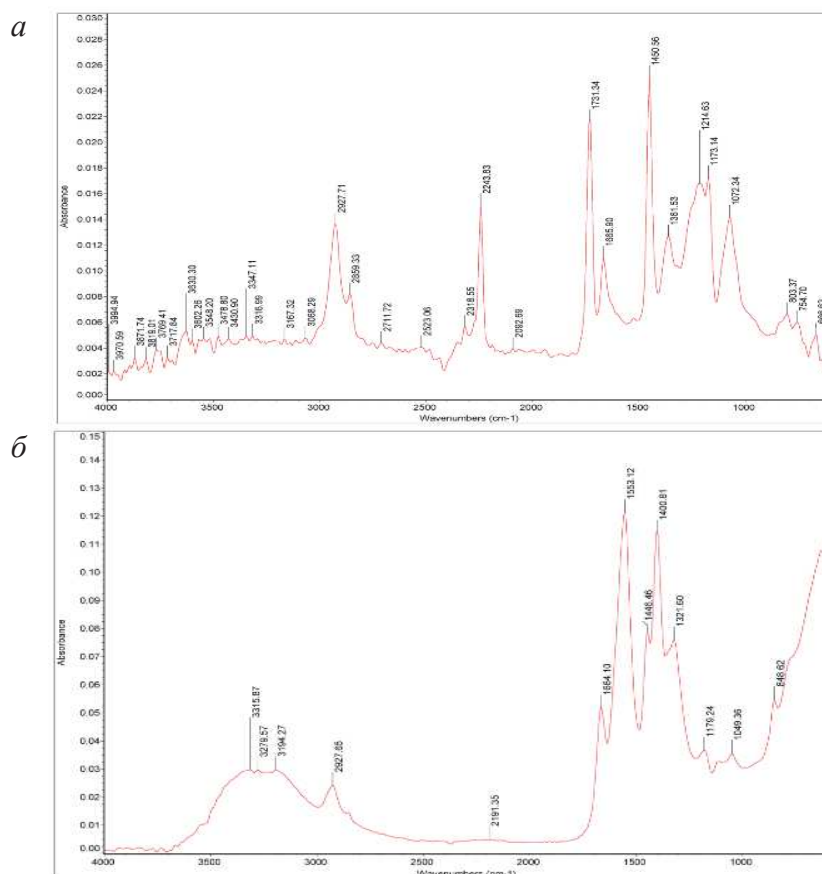


Рисунок 1 – ИК-спектр исходного полиакрилонитрила (а) и гидролизованного полиакрилонитрила (б)

Анализ ИК-спектров показал, что в ходе гидролиза происходит химическое превращение нитрильных групп ($-C\equiv N$) исходного акрилонитрильного сополимера, на что указывает постепенное вырождение дублетной полосы при 2243 см^{-1} , отвечающей валентным колебаниям этой группы. С другой стороны, появляются полосы поглощения при частотах 1664 и 1553 см^{-1} , относящиеся к валентным колебаниям связи $C=O$ соответственно в амидной ($-CONH_2$) (полоса амид I) и карбоксилатной ($-COONa$) группах. При этом, с увеличением продолжительности гидролиза наблюдается возрастание интенсивности этих полос относительно интенсивности полосы при 2927 см^{-1} , обусловленной валентными колебаниями групп $-CH_2-$ макромолекулярной цепи.

На рисунке 2 представлен ИК – спектр добавки для строительных смесей на основе гидролизованного полиакрилонитрила, сульфата натрия и формалина. На ИК – спектре четко прослеживается появление полосы поглощения при частоте 1180 см^{-1} , очевидно, относящиеся к новой функциональной группе $-O-CH_2SO_3H$.

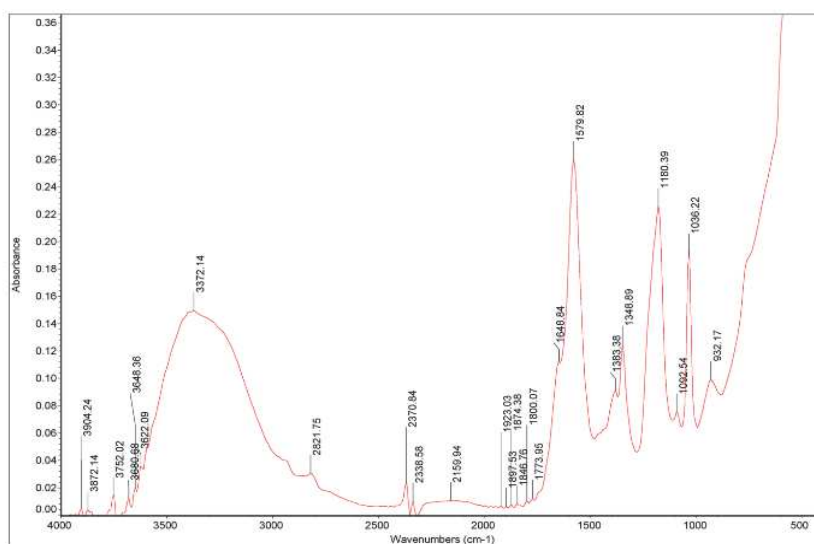


Рисунок 2 – ИК-спектр добавки для строительных смесей

Результаты анализа подвижности цементного теста по расплыву конуса и по расплыву кольца по ГОСТ Р 58227-2018 приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Подвижность цементного теста по расплыву кольца

Расход добавки, % масс.	Диаметр расплыва, мм		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
0	116x122	118x120	117x120
0,5	151x148	151x148	150x146
1,0	200x205	201x205	199x203

Таблица 2 – Подвижность цементного теста по расплыву конуса

Расход до- бавки,% масс.	Диаметр расплыва, мм		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
0	79x80	78x81	80x80
0,5	106x106	106x100	104x102
0,7	120x125	120x122	120x125
0,9	150x160	155x161	153x164
1,0	155x166	157x167	156x166

По увеличению подвижности цементного теста по расплыву конуса и кольца установлено пластифицирующее действие синтезированной добавки, которая повышает текучесть строительных растворов без дополнительного добавления воды. Механизм пластифицирующего действия предлагаемой добавки заключается в изменении свойств поверхности частиц твердой фазы (цемента) за счет изменения соотношения между пленочной и свободной водой, насыщенный функциональными группами пластификатор в результате пептизирующего действия увеличивает количества пленочной воды, стабилизируя систему в целом. Рекомендуемая дозировка добавки - 0,5% масс. Увеличение концентрации свыше 0,9% масс. нецелесообразно. Анализ водоотделения цементного теста капиллярным водопоглощением показал высокую водоудерживающую способность. Добавка не содержит хлоридов и других веществ, вызывающих коррозию арматуры, что допускает ее применение при изготовлении стальных и предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Результаты анализа предела прочности на сжатие образцов кубиков размером 20 x 20 x 20 мм цементного камня с В/Ц равным 0,5 через 7 и 28 суток по ГОСТ Р 58227-2018 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предел прочности на сжатие образцов кубиков цементного камня

Расход добавки, % масс	Предел прочности на сжатие, МПа, в возрасте	
	7 сут.	28 сут.
0	60,575	71,702
0,5	64,545	67,319
1,0	58,615	59,794

Результаты испытаний образцов цементного камня на прочность, изготовленных из цементного теста нормальной густоты показали, что вовлечение предлагаемой добавки существенно не изменяет данный показатель, что подтверждает его эффективность в цементном камне и, следует ожидать, аналогичного эффекта в бетоне.

Таким образом, выполненный комплексный анализ эффективности добавки для строительных смесей на основе гидролизованного полиакрилонитрила, сульфата натрия и формалина позволяет прогнозировать повышение пластичности смеси и его коррозионной стойкости, снижение В/Ц, повышение удобоукладываемости строительных смесей и упрощение обрабатываемости их поверхности; повышение связности и нерасслаиваемости строительных смеси при малых расходах цемента, а также их высокую перекачиваемость бетононасосом. Переработка отходов производства синтетического волокна позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и снизить количество отходов, подлежащих утилизации и рециклингу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубовский С. Ф., Булавка Ю. А., Бакатович А. А., Ермак А. А., Азаренко Д. Н. Получение на основе отходов производства синтетических волокон модифицирующей добавки для строительных смесей // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки, 2023 (2), С. 80–85. doi.org/10.52928/2070-1616-2023-48-2-80-85.

УДК 658.567.1

Мытько Д.В., Шибека Л.А.

(Белорусский государственный технологический университет)

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ежегодно в Республике Беларусь образуется свыше 4,5 млрд. т отходов растительного происхождения. Основное количество отходов (около 95%) подлежит использованию [1].

Предприятия Республики Беларусь характеризуются образованием значительных объемов целлюлозосодержащих отходов растительного происхождения. Данные отходы образуются на всех этапах заготовки, обработки и переработки сырья. В классификаторе отходов Республики Беларусь [2] рассматриваемые отходы относятся к блоку 1 «Отходы растительного и животного происхождения», который включает в себя:

1) Раздел 1 «Отходы пищевых и вкусовых продуктов» (126 наименований);

2) Раздел 2 «Отходы производства и потребления растительных и животных жиров, масел, смазок» (29 наименований);