

Список литературы

1 **Романовский, В. И.** Сравнительный анализ методов очистки сточных вод от красителей / В. И. Романовский, В. В. Лихавицкий, М. В. Пилипенко // Вода Magazine. – 2016. – № 12 (112). – С. 54–58.

2 **Пилипенко, М. В.** Железо-лантан-содержащие фотокатализаторы из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / М. В. Пилипенко, И. Ю. Козловская, В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2022. – № 1 (127). – С. 42–44.

3 **Петров, О. А.** Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки отходов в жидких средах / О. А. Петров, В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – № 2 (92). – С. 82–84.

4 **Романовский, В. И.** Материалы для очистки сточных вод на основе отработанных синтетических ионитов / В. И. Романовский, В. Н. Марцуль // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы докл. междунар. науч.-техн. конф. БГТУ, Минск, 19–20 ноября 2008 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 141–142.

5 **Петров, О. А.** Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки ионитов / О. А. Петров, В. И. Романовский // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов : материалы докл. междунар. науч.-техн. конф. БГТУ, Минск, 25–27 ноября 2009 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2009. – С. 123–126.

ANALYSIS OF METHODS OF WASTEWATER TREATMENT FROM DYES

M. V. PILIPENKO

Central Research Institute for the Integrated Use of Water Resource, Minsk, Republic of Belarus

УДК 504.4

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

*Л. Н. СТУДЕНИКИНА, А. А. МЕЛЬНИКОВ,
И. В. КОЛЕНКО, В. Е. УГЛОВА*

*Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Российская Федерация
lubov-churkina@yandex.ru*

Актуальность. В последние годы рынок водорастворимой пластиковой упаковки демонстрирует значительный рост и, как ожидается, будет продолжать расширяться при среднегодовом темпе роста от 5 до 10 % по оценке различных экспертов.

Основным полимером для производства водорастворимой упаковки является поливиниловый спирт (ПВС). Область применения ПВС весьма обширна: загуститель, эмульгатор, гидрогель, водорастворимые плёнки и др. До настоящего времени ПВС не нашел широкого применения в упаковочной индустрии и с/х из-за специфических свойств и высокой стоимости, поэтому его модификация и компаундирование в разрезе данной сферы применения являются широкой областью исследования.

Компаундирование ПВС и полисахаридов (ПС) позволяет снизить себестоимость материала и регулировать свойства [1]. Влияние природы наполнителя и марки ПВС на поведение композита в водной среде требует изучения для прогнозирования свойств материала при эксплуатации и утилизации.

Цель работы – изучение особенностей поведения композитных материалов на основе поливинилового спирта и полисахаридов в водной среде.

Объектами исследования были 16 образцов композитных материалов на основе ПВС марок 17-88 и 17-99, содержащих 25 и 50 мас. % наполнителя (ПС): крахмала (КР), микроцеллюлозы (МЦ), декстрина (ДЕК) и клетчатки кофейного зерна (КОФ).

В задачи исследования входило определение температуры и времени растворения образцов в воде, оценка прочностных показателей композитов в сухом и паронасыщенном / водонасыщенном состоянии.

Методы исследования: ГОСТ 11262-2017.

Основные результаты. Результаты оценки исследуемых параметров (температуры и времени растворения в воде, прочности при разрыве (δ , МПа), относительного удлинения при разрыве (l , %) в сухом и влагонасыщенном состоянии) композитных материалов сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 – Показатели композитных материалов в зависимости от природы ПС для образцов на основе ПВС 17-88

| Содержание ПС, мас.% | Вид ПС | Параметры растворения t , °С/время, мин | Прочностные показатели | | | |
|----------------------|--------|---|------------------------|---------|----------------------------|---------|
| | | | в сухом состоянии | | в паронасыщенном состоянии | |
| | | | δ , МПа | l , % | δ , МПа | l , % |
| 25 | КР | 20 / 8 | 23,3 | 8,9 | 1,2 | 393,3 |
| | МЦ | 20 / 5 | 6,2 | 7,1 | 0,7 | 51,2 |
| | ДЕК | 20 / 4 | 44,5 | 9,6 | 2,0 | 241,1 |
| | КОФ | 20 / 5 | 8,8 | 8,1 | 0,7 | 324,6 |
| 50 | КР | 20 / 12 | 19,1 | 7,1 | 0,4 | 68,9 |
| | МЦ | 20 / 4 | 5,5 | 8,2 | 0,2 | 25,9 |
| | ДЕК | 20 / 4 | 18,2 | 15,2 | 2,5 | 249,6 |
| | КОФ | 20 / 6 | 2,7 | 9,6 | 0,3 | 164,2 |

Таблица 2 – Показатели композитных материалов в зависимости от природы ПС для образцов на основе ПВС 17-99

| Содержание ПС, мас. % | Вид ПС | Параметры растворения $t, ^\circ\text{C}/\text{время, мин}$ | Прочностные показатели | | | |
|-----------------------|--------|---|------------------------|------|----------------------------|-------|
| | | | в сухом состоянии | | в водонасыщенном состоянии | |
| | | | δ , МПа | l, % | δ , МПа | l, % |
| 25 | КР | 75/ 6 | 28,4 | 9,1 | 7,5 | 353,7 |
| | МЦ | 60/ 4 | 16,4 | 8,7 | 3,3 | 39,9 |
| | ДЕК | 60 / 4 | 41,0 | 11,5 | 9,7 | 357,1 |
| | КОФ | 60 / 4 | 13,7 | 10,5 | 3,2 | 191,6 |
| 50 | КР | 50 / 3 | 15,5 | 8,5 | 1,9 | 91,8 |
| | МЦ | 60 / 4 | 11,1 | 6,7 | 1,8 | 21,8 |
| | ДЕК | 50 / 1 | 34,0 | 9,8 | 5,7 | 363,8 |
| | КОФ | 50 / 2 | 10,4 | 11,1 | 0,8 | 126,9 |

Основным фактором, оказывающим влияние на поведение композитов в водной среде, является размер частиц наполнителя и его взаимодействие с водой. Среди исследуемых ПС размер частиц убывает в ряду КОФ – МЦ – КР – ДЕК, при этом параметры прочности в сухом и влагонасыщенном состоянии имеют схожие значения для группы наполнителей с частицами размером более 10 мкм (КОФ, МЦ) и группы наполнителей с частицами менее 10 мкм (КР, ДЕК).

Выводы. Компаундирование ПВС с декстрином обеспечивает максимальную прочность во влагонасыщенном состоянии, также довольно высокие прочностные показатели демонстрируют крахмалонаполненные образцы при содержании ПС 25 мас.%; растворимость образцов ПВС, наполненного различными ПС, снижается в ряду ДЕК – КОФ – МЦ – КР; свойства композитов коррелируются с размерами частиц наполнителя, что согласуется с известными данными [2].

Список литературы

- 1 Особенности гидролитической и ферментативной деструкции материалов на основе поливинилового спирта / Л. Н. Студенкина [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2022. – № 4 (86). – С. 34–44.
- 2 Влияние природы наполнителя на свойства композита «поливиниловый спирт: полисахарид» / Л. Н. Студенкина [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 111–118.

FEATURES OF THE BEHAVIOR OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON POLYVINYL ALCOHOL IN THE AQUATIC ENVIRONMENT

L. N. STUDENIKINA, A. A. MELNIKOV, I. V. KOLENKO, V. E. UGLOVA
Voronezh State University of Engineering Technologies, Russian Federation