

**Заключение.** Анализ полученных данных показал, что после однократного измельчения при граничном размере в 100 мкм содержание частиц, пригодных для применения в продуктах питания, составляет 26 %, следовательно, извлечение из рабочей камеры данных фракций позволит снизить концентрацию твердой фазы в рабочей камере измельчителя, что в свою очередь даст возможность либо снизить энергетические затраты, либо увеличить производительность установки без прироста крупности готового продукта. Кроме этого, анализ гранулометрического состава отделенной фракции подтверждает, что она на 99,5 % соответствует требованиям, регламентируемым установленным граничным размером, т. е. возможно считать ее полностью отделенной. Результаты исследования указывают на перспективность использования комбинированного процесса при производстве пищевых порошков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов, С. Т. Получение фруктово-ягодных порошков сушкой с предварительным увариванием и комбинированным энергоподводом / С. Т. Антипов, А. А. Жашков // Вестн. ВГТУ. – 2009. – № 1. – С. 84–89.

УДК 502.37:676.034.81

### РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕФТЯНЫХ СОРБЕНТОВ

*Ю. А. Булавка<sup>1</sup>, С. Ф. Якубовский<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>докторант, канд. техн. наук, доцент, ПГУ

<sup>2</sup>канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры ТОПНГ, ПГУ

*Резюме – выполнен анализ возможности использования отходов сельского хозяйства для ликвидации нефтяных загрязнений. Изучение сорбционной способности рассмотренных материалов показало, что отходы сельского хозяйства сопоставимы с широко применяемыми в промышленности нефтяными сорбентами по физико-химическим и эксплуатационным характеристикам и при этом в разы дешевле по стоимости.*

*Resume – an analysis of the possibility of using agricultural waste to eliminate oil pollution was completed. The study of the sorption capacity of the considered materials showed that agricultural wastes are comparable to oil sorbents widely used in industry in terms of physicochemical and operational characteristics and, at the same time, are several times cheaper in cost.*

**Введение.** Ежегодно в мире в окружающую среду от добывающих, транспортирующих и перерабатывающих предприятий поступает до 10 млн т нефти и нефтепродуктов, что составляет около 7 % от всего добытого и переработанного сырья [1; 2]. Ликвидация нефтяных загрязнений

подразумевает применение специальных сорбционных материалов [2]. Особый интерес представляет исследование материалов, обладающих высокими сорбционными характеристиками и относящихся к отходам производства, что и определило цель настоящего исследования.

**Материал и методы.** Предварительная подготовка к исследованию отходов сельского хозяйства (смеси шелухи злаковых культур, шелухи ячменя, гречки, арахиса и подсолнечника, а также околоплодников редьки, фасоли, боба, гороха и рапса) заключалась в высушивании, измельчении и сухом фракционировании на ситах с отбором фракции гранулометрического состава 0,25-1 мм по ГОСТ 12536. Для образцов определена влажность по ГОСТ 12597, насыпная плотность по ГОСТ 16190, адсорбционная емкость по йоду и метиленовому синему по ГОСТ 6217 и ГОСТ 4453 соответственно. Методом «молекулярных щупов» по ГОСТ 17219 определен суммарный объем пор по воде. Испытание на адсорбцию нефти выполняли по ускоренному методу по ГОСТ 33627-2015 для адсорбента II типа. Водопоглощение образцов определяли по ГОСТ 24160, плавучесть и степень отжима – по методикам, приведенным в [2].

**Результаты исследования.** Содержание влаги в образцах не превышает 6,5 % мас., что говорит о хорошей способности к высушиванию образцов; потенциометрическим титрованием установлено, что водная вытяжка из отходов имеет слабокислую среду, а насыпная плотность образцов в среднем составляет 18...65 г/100 см<sup>3</sup>, что соизмеримо с промышленными аналогами. Отходы сельского хозяйства имеют схожие показатели адсорбционной активности по йоду в пределах 10...25 % и по метиленовому синему 65–146 мг/г. Методом «молекулярных щупов» выявлено, что отходы сельского хозяйства характеризуются сильно развитой общей пористостью – суммарный объем пор по воде достигает 1,02...5,48 см<sup>3</sup>/г, что сопоставимо со значением для активированных углей (до 1,6 см<sup>3</sup>/г). Экономически эффективная нефтеемкость по западно-сибирской нефти плотностью при 20 °С 860 г/см<sup>3</sup> более 3,0 г/г определена для шелухи ячменя и подсолнечника, околоплодников фасоли и боба, а также смеси шелухи сельскохозяйственных культур. Установлено, что нефтеемкость отходов сельского хозяйства коррелирует с содержанием целлюлозы в образце: чем выше содержание целлюлозы, тем больше степень поглощения нефти [1]. Реагентная и термообработка растительных материалов позволяет увеличить долю аморфных зон целлюлозы, что положительно сказывается на повышении удельной поверхности и адсорбционной способности материала по отношению к нефти. Изученные образцы в конгломерате с нефтью обладают высокой плавучестью – более 72 часов. Однако для образцов характерны высокие показатели по водопоглощению, что обусловлено наличием большого количества сильнополярных групп. Повысить плавучесть материалов можно путем гидрофобизации поверхности и (или) использования изделий с армирующей оболочкой – бонов, матов и др.

Высокая степень отжима нефти после адсорбции установлена для шелухи ячменной и арахиса. Значение нефтеемкости отходов сельского хозяйства после специальной обработки приближается к показателю в 9 г/г наиболее широко применяемого нефтяного сорбента марки Spill-Sorb на основе канадского сфагнового мха стоимостью около 6900 \$ за тонну, при этом себестоимость сорбционных материалов из отходов сельскохозяйственных культур не превышает 100 \$ за тонну.

**Заключение.** Рассмотренные сорбционные материалы сопоставимы с широко применяемыми в промышленности нефтяными сорбентами, как по эксплуатационным, так и по физико-химическим характеристикам. Вместе с тем рациональная утилизация отходов с получением на их основе нефтяных сорбентов не только позволит расширить их ассортимент, но и снизить нагрузку на окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bulauka, Y. A. Emergency sorbents for oil and petroleum product spills based on vegetable raw materials / Y. A. Bulauka, K. I. Mayorava, Z. Ayoub // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – № 451(1), 10.1088/1757-899X/451/1/012218.
2. Каменщиков, Ф. А. Нефтяные сорбенты / Ф. А. Каменщиков, Е. И. Богомольный. – Москва: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 268 с.

УДК 373.2

### ЦИФРОВАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ – ЗАЛОГ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО УСПЕХА

*Е. И. Варанецкая-Лосик, доцент кафедры общей и дошкольной педагогики, канд. пед. наук, доцент, БГПУ имени Максима Танка*

*Резюме – в работе отражены возможности формирования цифровой компетентности у будущих воспитателей дошкольного образования, задействованных в работе студенческой научно-исследовательской лаборатории факультета дошкольного образования БГПУ «Дискавери кидс».*

*Resume – the work reflects the possibilities of forming digital competence among future preschool educators involved in the work of the student research laboratory of the Faculty of Preschool Education of BSPU “Discovery Kids”.*

**Введение.** В соответствии с Концепцией цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы необходимым является совершенствование процессов системы образования на основе развивающихся цифровых технологий в целях формирования информационного общества и конкурентоспособного человеческого потенциала. Цифровизация образовательного процесса (дополненная, виртуальная и смешанная реальность; применение цифровых пользовательских устройств; создание трансформируемого рабочего пространства; использование искусственного интеллекта; персонализация учебного процесса и его гейми-