

Спрос на воду был и остается движущей силой в истории человечества. И его будущее, без сомнения, связано, прежде всего, с обеспечением для всех доступа к безопасной для здоровья воде - главному условию устойчивого развития [1]. В настоящее время не менее 40 % населения мира живет в районах, испытывающих острую нехватку воды. В будущем эти проблемы будут только обостряться [1]. В связи с возрастающим негативным антропогенным воздействием на водные ресурсы необходимо совершенствование процессов очистки сточных вод. В промышленности для очистки сточных вод используют разнообразные механические, физико-химические, биологические, сорбционные и другие виды очистки. Большое распространение получили сорбционные способы. Наиболее эффективным сорбентом является активированный уголь. Однако его применение доступно далеко не для всех предприятий, главным образом, из-за его высокой стоимости. Кроме того, при его регенерации образуются вторично загрязненные сточные воды. Поэтому поиск альтернативных эффективных недорогих сорбционных материалов на основе отходов промышленности является актуальной задачей. Источником сырья для получения сорбционных материалов могут служить образующиеся в значительных количествах твердые отходы растениеводства, отходы пищевой и перерабатывающей промышленности [2-6]. Растительные отходы - опилки, щепа, овсяная, гречишная, подсолнечная, рисовая лузга, кукурузные кочерыжки, фруктовые косточки и др. относятся к вторичным материальным ресурсам, которые возможно не регенерировать. С другой стороны, в сравнении с другими видами отходов, запасы альтернативных сорбционных материалов постоянно пополняются. Растительные отходы могут стать заменителями многих материалов, не только за счет обновления ресурсов, но и благодаря тому, что по структуре они обладают комплексом свойств, благодаря которым из них получают практически все те же материалы что и из угля, нефти и газа [7]. Авторами [8-10] предложены довольно эффективные сорбционные материалы из промышленных отходов. Однако, сорбенты, получаемые из отходов растительного сырья, кажутся нам довольно привлекательными в плане использования их для очистки сточных вод. Практически неограниченный запас этих материалов, их дешевизна, простая технология получения, экологическая безопасность процессов переработки использованных сорбентов, а также довольно высокие адсорбционные, ионообменные и фильтрационные свойства стимулируют исследования, направленные на получение новых адсорбционно-активных материалов из растительного сырья [7]. Одним из таких материалов может быть сорбент, полученный на основе кукурузных кочерыжек, остающихся после снятия зерна с кукурузных початков. Этот материал относится к целлюлозосодержащему сырью. Целлюлоза - длинноцепной полисахарид, состоящий из гликозидных остатков, связанных между собой эфирными мостиками. Целлюлоза - главная составная часть клеточных оболочек всех

высших растений. Характерной особенностью растительного сырья является губчатая пространственно-каркасная структура. Анализ научно-технической информации показывает, что в настоящее время в некоторых странах Европы стержни кукурузных початков служат топливом, в США - сырьем для производства целлюлозного этанола. В Египте отходы переработки кукурузы используют в фермерских хозяйствах как корм, топливо, подстилку для животных. Однако, в большинстве стран, в том числе и в России, они не находят широкого промышленного применения и остаются на полях, либо сжигаются. В основном, данное обстоятельство объясняется неэффективностью экономических механизмов и отсутствием единой базы данных по объемам накопления и методам использования растительных отходов сельского хозяйства [11]. При переработке кукурузы ежегодно образуются миллионы тонн отходов (стержни початков, стебли, солома и т.д.), которые легко собираются и пригодны для различных целей. Патентные исследования, проведенные авторским коллективом, выявили ряд способов их использования [12]. В 1999-2009 годах наибольшее количество технических решений (более 50) запатентовано в Китае. Области применения продуктов, получаемых при переработке кукурузы, представлены на рис. 1 [7]. Рис. 1 - Сферы использования продуктов на основе отходов, образующихся при переработке кукурузы. Нами была исследована возможность использования кукурузных кочерыжек - отходов образующихся после переработки кукурузы, для очистки модельных растворов красителя марки «метиленовый голубой» (МГ). Поперечный срез кольца кукурузной кочерыжки представлен на рис. 2. Рис. 2 - Поперечный срез кольца кукурузной кочерыжки. Для исследования кукурузные кочерыжки измельчали до размеров менее 620 мкм. Влажность используемого материала составила 15,8 %, химический состав отдельных частей кукурузных кочерыжек по [7] представлен в табл. 1. В исследованиях использовали модельный раствор МГ с концентрацией 5 мг/л, который готовили путем растворения реактива МГ в дистиллированной воде. К 100 мл модельного раствора добавляли заданную навеску измельченных кукурузных кочерыжек, содержимое лабораторной емкости интенсивно встряхивали в течение определенного времени. Интенсивное встряхивание необходимо для того, чтобы модельный раствор постоянно омывал поверхность измельченных кукурузных кочерыжек (ИКК) поскольку в противном случае легкие частицы ИКК всплывут и их контакт с модельным раствором окажется минимальным. По окончании времени контакты модельного раствора с ИКК содержимое лабораторной емкости фильтровали, в фильтрате определяли остаточную концентрацию МГ фотоколориметрическим способом. Таблица 1 - Химический состав отдельных частей кукурузной кочерыжки

Материал	Компоненты, %
Общая зола	34,71
Целлюлоза	35,68
Гемицеллюлоза	21,04
Лигнин	7,89
Экстрактивные вещества	0,68
Измельченные кукурузные кочерыжки	0,27
Древесное кольцо с сердцевинной	36,39
	40,73
	16,62

5,99 Мягкая губчатая составляющая внешней части кочерыжки 0,95 34,03 33,61 21,68 9,73 Эффективность очистки рассчитывали по формуле: $\mathcal{E} = (C_n - C_k) / C_n \cdot 100 \%$, где C_n и C_k - начальная и конечная концентрации МГ, соответственно, мг/дм³. Зависимости эффективности очистки от массы добавляемых ИКК и длительности контакта последних с модельным раствором представлены на рис. 3, 4. Рис. 3 - Зависимость эффективности очистки модельных раствора МГ от массы добавки ИКК. Длительность контакта 15 мин Из полученных результатов (рис. 3, 4) очевидно, что эффективность очистки повышается при увеличении массы добавки сорбционного материала и длительности контакта ИКК с модельными растворами. Оптимальными параметрами процесса следует считать массу добавляемой ИКК 2,5 г на 100 мл модельного раствора и длительности контакта 35 мин. Достигаемая при этом эффективность очистки составляет 77 %. Таким образом, исследованный нами растительный отход можно считать эффективным для использования его в качестве сорбционного материала, а предлагаемый способ очистки окрашенных водных сред - перспективным. Рис. 4 - Зависимость эффективности очистки модельных раствора МГ от интенсивности перемешивания: 1 - масса добавки ИКК 2,5 г на 100 мл раствора, 2 - масса добавки ИКК 1,0 г на 100 мл раствора