

Производства, связанные с горнодобывающей и обогатительной промышленностью, цветной металлургией, химической и нефтехимической, машино- и станкостроительной, электронно- и электротехнической, а также теплоэнергетической промышленностью, являются источниками сточных вод, содержащих одни из наиболее вредных для окружающей среды веществ - тяжелые металлы (ТМ). Опасность, связанная с накоплением ТМ, обусловлена способностью включаться через цепь питания в круговорот, концентрироваться в микроорганизмах, растениях, животных и таким образом поражать людей [1,2]. Современные методы очистки сточных вод от ТМ, такие как реагентный и ионообменный методы, ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ, обладают высокой эффективностью, однако все они имеют ряд существенных недостатков. Реагентный или химический метод требует затрат на реагенты, кроме того образует большое количество отходов в виде шлама; перед очисткой ионообменным методом возникает необходимость предварительной очистки воды от органических, взвешенных веществ и солей жесткости, необходимость разделения стоков по видам катионов, а после регенерации происходит образование высокотоксичных и высококонцентрированных не утилизируемых элюатов, которые необходимо подвергать дополнительному обезвреживанию; ультрафильтрация, обратный осмос и электродиализ имеют очень высокую эффективность очистки, но с другой стороны являются малопродуктивными и затратными [3]. Относительно новым и актуальным в настоящее время методом очистки является фиторемедиация, которая определяется как использование зеленых растений для удаления загрязняющих веществ из окружающей среды или их обезвреживания [4]. Фиторемедиация рассматривается как новая многообещающая технология по рекультивации загрязненных участков [3]. Эта технология может быть использована для очистки районов, загрязненных как неорганическими (например, тяжелые металлы), так и органическими соединениями, которые присутствуют в почве, воде или воздухе [5]. Так как в данном случае речь идет об очистке воды, то здесь, в отличие от других сред, следует говорить о фитофильтрации - методе удаления тяжелых металлов из водной среды корнями растений, их побегами или всей поверхностью сразу. Процесс включает в себя выращивание в гидропонике растений и пересадку их в металл-загрязненные воды, где растения поглощают и концентрируют металлы в своих тканях. Кроме того, экстрюзия органических и неорганических веществ растением, образующийся кислород и изменение рН за счет выкачивания протонов или поглощения гидрокарбонат-аниона могут стать причиной выпадения в осадок металлов на поверхности растения или в окружающем его растворе. Как только растения насыщаются загрязняющими веществами, их части или они целиком отправляются на утилизацию [6]. Так как в процессе очистки используется преимущественно световая энергия, преобразуемая растениями в процессе

фотосинтеза в энергию химических связей, данная технология значительно дешевле и намного экологичнее методов, основанных на применении техники. Все вышеперечисленные преимущества говорят об актуальности дальнейшей разработки и поиска новых возможностей использования данного способа очистки и доочистки сточных вод. Целью работы является разработка устройства, позволяющего провести высокоэффективную очистку от тяжелых металлов при помощи растений, которое также могло бы быть использовано на промышленных предприятиях без особых затрат для них. Одним из возможных аппаратов для реализации фитофильтрации при очистке сточных вод в промышленности является горизонтальный отстойник. У данного аппарата хорошая производительность, большая емкость и малые эксплуатационные затраты [7]. Предлагается доработать стандартный аппарат передвижным устройством. Это устройство недорогое, простое, легкое в эксплуатации, может быть использовано в отстойниках на предприятии. Устройство для очистки сточных вод путем фиторемедиации представляет собой несущий элемент для биологической загрузки и биологическую загрузку. Несущий элемент для биологической загрузки состоит из корпуса, включающего верхнее перекрытие, боковые стенки, дно, поворотную дверцу, выполненные из мелкоячеистой сетки, верхнее перекрытие которого крепится к подвесному механизму. Предлагается использовать в качестве биологической загрузки высшее водное растение - элодею канадскую. Среди ее достоинств следует выделить большую поглотительную способность катионов металлов, легкость в выращивании, сушке и утилизации, а также большую скорость накопления биомассы [8]. Вид устройства представлен на рисунке 1. Устройство для фиторемедиации сточных вод содержит несущий элемент для растения 8 и биологическую загрузку (растение) 6. Несущий элемент для биологической загрузки 8 состоит из корпуса, содержащего боковые стенки 7, верхнее перекрытие 2, дно 5, поворотную дверцу 4, которая посредством петель 3 соединена с боковой стенкой 7. При этом верхнее перекрытие 2 крепится к подвесному механизму 1.

Рис. 1 - Устройство для биологической очистки сточных вод. Все элементы корпуса состоят из мелкоячеистой сетки. Размеры и форма корпуса определяются параметрами резервуара - отстойника и элементами биологической загрузки. Предлагаемое устройство работает следующим образом. В несущий элемент для биологической загрузки 8 помещают растение - фильтратор 6. Поворотная дверца 4 несущего элемента для биологической загрузки 6 фиксируется в закрытом состоянии. Далее устройство посредством подвесного механизма 1 погружают в резервуар со сточными водами - горизонтальный отстойник на глубину, определяемую свойствами растения биологической загрузки, в частности потребностью в свете, и особенностями загрязняющих веществ сточных вод. При этом в толще воды растение биологической загрузки равномерно распределяется по объему несущего

элемента, а вода свободно контактирует с биологической загрузкой и эффективно очищается от биологических и химических примесей. По окончании очистки с помощью подвешенного механизма 1, устройство поднимают и выгружают из него отработавшее свой срок растение, которое затем сушат и извлекают из него ТМ, либо утилизируют. Таким образом, сделаны следующие выводы: 1) Одним из возможных аппаратов для реализации фитофльтрации при очистке сточных вод в промышленности является горизонтальный отстойник, который предлагается дополнить передвижным устройством. 3) Вышеуказанное передвижное устройство является носителем для биологической загрузки, а именно элодеи канадской. Оно выполнено из мелкоячеистой сетки и позволяет опускать растение в отстойник. Данное устройство обладает рядом преимуществ, таких как дешевизна, простота и легкость в эксплуатации на предприятии.