

7. Борсолюк, Л.М. Обґрунтування рецептур функціональних паштетних продуктів, призначених для харчування дітей дошкільного та шкільного віку / Л.М. Борсолюк, Л.І. Войцехівська, О.В. Франко, Т.В. Шелкова, С.Б. Вербицький // Продовольчі ресурси. – 2018. – № 10. – С. 126–135.

8. Бурханова, А.Г. Моделирование состава мясных эмульсий для мясных полуфабрикатов / А.Г. Бурханова, Ю.Ю. Забалуева, Б.А. Баженова, А.В. Герасимов, А.С. Филиппов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 12-3 (54), С. 54–58.

УДК 628.32

Кравцов А.М., кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССОВ БЕЗРЕАГЕНТНОЙ ФЛОТАЦИИ

Перерабатывающие предприятия АПК, как и предприятия других отраслей народного хозяйства, оказывают в результате своей деятельности негативное воздействие на окружающую среду. Основным источником загрязнения являются сточные воды, характеризующиеся большим содержанием разнообразных органических примесей, которые при попадании в окружающую среду создают угрозу экологической безопасности. При этом органические примеси, содержащиеся в сточных водах, могут утилизироваться, например, в качестве вторичных энергетических ресурсов или удобрений. Однако существующие на многих предприятиях очистные сооружения не позволяют выделять из сточных вод органические примеси в виде, пригодном для эффективной утилизации. Решение проблемы может быть обеспечено за счет разработки комбинированной установки, внедрение которой в технологические схемы очистки сточных вод позволит без масштабной реконструкции очистных сооружений повысить эффективность их работы и осуществлять подготовку извлеченных органических примесей к утилизации. Исследования в данном направлении согласуются с прогнозом научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. [1].

Одними из наиболее перспективных являются процессы флотации, в основе которых лежит естественное природное явление адгезии примесей, содержащихся в воде, к пузырькам газа с последующим образованием на поверхности жидкости концентрированной пены, которая легко удаляется. Данный процесс широко используется при обогащении полезных ископаемых, а также при очистке сточных вод, содержащих твердые минеральные примеси и нефтепродукты. С учетом имеющихся научных данных и существующих технических разработок, флотация может быть успешно применена для повышения эффективности технологий очистки сточных вод перерабатывающих предприятий.

К наиболее эффективным методам для очистки сточных вод и сгущения органических примесей можно отнести напорную и струйную безреагентную флотацию с использованием для получения водовоздушной смеси гидроструйного эжектора.

Напорная флотация осуществляется в две стадии: насыщение воды под давлением 2...5 атм воздухом в сатураторе в течение 1...5 мин; выделение пузырьков воздуха из пересыщенного раствора во флотаторе при снятии давления, агрегатирование их с примесями и всплытие агрегатов на поверхность.

Существует три основные схемы напорной флотации: 1) с насыщением воздухом всего потока сточной жидкости; 2) с насыщением воздухом части потока сточной жидкости; 3) с насыщением воздухом части потока очищенной жидкости и смешением ее с исходной

сточной жидкостью. Первая схема наиболее проста. Весь объем сточной воды насыщается воздухом под давлением в сатураторе, после чего поступает в камеру флотации, где при снятии давления происходит выделение пузырьков воздуха. Однако такая схема имеет ряд существенных недостатков. Необходимость перекачки насосом в сатуратор всего объема сточной жидкости приводит к увеличению размеров сатуратора, а также мощности насосного оборудования, что влечет за собой увеличение потребления электроэнергии. Кроме того, при перекачивании сточных вод насосом происходит увеличение степени дисперсности частиц эмульсии. Вторая схема отличается от первой тем, что воздухом насыщается не весь объем сточной жидкости, а только его часть. Это позволяет уменьшить размеры сатуратора и мощность насоса, однако не в полной мере избавляет от эмульгирования частиц примесей. Полностью избавлена от вышеперечисленных недостатков третья циркуляционная технологическая схема, в которой вся сточная вода подается непосредственно в камеру флотации, а воздухом насыщается только часть (20...50 %) очищенной воды, которая поступает назад во флотатор, где перемешивается с основным потоком.

Воздух при реализации напорной флотации может подаваться в сатуратор компрессором, эжектором на напорной линии или эжектором на обводной линии. Следует отметить, что в схеме с эжектором на обводной линии воздух подается во всасывающую трубу насоса и далее – в сатуратор. При этом если количество воздуха будет превышать 5 % от количества перекачиваемой жидкости, насос может работать неустойчиво. Применение компрессора приводит к дополнительным затратам электроэнергии. Наиболее рационально использование эжектора на напорной линии. Однако из-за большого давления в сатураторе, возникают сложности с проектированием эжектора ввиду несовершенства существующих методик расчетов.

При реализации струйной эжекторной флотации поток сточных вод движется с большой скоростью через сопло эжектора, в результате чего по закону Бернулли возникает вакуум, за счет которого в эжектор подсасывается воздух, который смешивается в горловине с исходной сточной жидкостью, и получившаяся водовоздушная смесь поступает в камеру флотации. Схемы установок струйной эжекторной флотации аналогичны схемам напорной флотации, только отсутствует сатуратор и не требуется высоконапорный насос. В отличие от напорной флотации пузырьки воздуха имеют относительно большие размеры, что обеспечивает их более высокую транспортирующую способность, но приводит к более низкому эффекту очистки.

На основании аналитического обзора и опыта эксплуатации флотаторов для очистки нефтесодержащих сточных вод [2-4] разработана технологическая схема очистки сточных вод перерабатывающих предприятий, содержащих органические примеси (рис. 1).

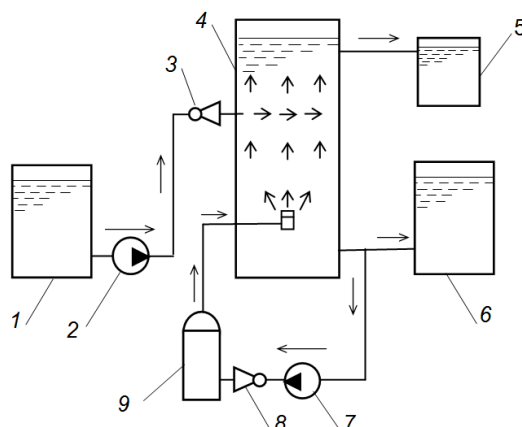


Рисунок 1 – Технологическая схема очистки сточных вод

- 1 – накопитель-отстойник сточных вод; 2 и 3 – насос и эжектор струйной флотации;
 4 – двухступенчатый флотатор; 5 – накопитель флотошлама; 6 – резервуар очищенной воды;
 7 и 8 – насос и эжектор напорной флотации; 9 – сатуратор

Технологическая схема предполагает двухступенчатую флотационную очистку в комбинированном флотаторе 4. Вначале предусмотрена струйная флотация при помощи насоса 2 и эжектора 3. После чего реализуется напорная флотация при помощи насоса 7, эжектора 8 и сатуратора 9. Комбинирование двух ступеней флотации в одной установке позволяет повысить эффективность разных флотационных методов. Так струйная флотация имеет относительно невысокий эффект очистки, однако обеспечивает частичное удаление примесей, а также выполняет транспортирующую функцию по выносу извлеченных на двух ступенях загрязнений на поверхность жидкости с образованием высокого и устойчивого пенного слоя, который легко извлекается из флотатора без применения специальных устройств. Применение напорной флотации позволяет повысить эффект очистки до 80 %.

В соответствии со схемой на рис. 1 сточные воды поступают в накопитель-отстойник 1, где происходит выделение грубодисперсных примесей. Далее сточные воды при помощи насоса 2 подаются в эжектор 3, где они смешиваются с воздухом и поступают во флотатор 4 для реализации процесса струйной флотации. Слой пены, образующийся на поверхности жидкости, отводится в накопитель флотошлама 5. Предварительно очищенные сточные воды поступают в нижнюю часть флотатора 4, где проходят доочистку напорной флотацией. Очищенная во флотаторе 4 вода поступает в резервуар 6. Часть очищенной воды направляется на напорную флотацию. Схема напорной флотации является циркуляционной с насыщением кислородом воздуха 20–40 % от объема сточных вод. Узел напорной флотации содержит высоконапорный насос 7, эжектор 8 для насыщения циркуляционного потока воздухом и сатуратор 9 для растворения воздуха в жидкости под давлением 0,35–0,5 МПа. При снижении давления во флотаторе 4 растворенный воздух выделяется в виде мелких пузырьков, к которым прикрепляются частицы загрязнений, всплывают вверх, где подхватываются потоком крупных пузырьков, образовавшихся в процессе струйной флотации, и выносятся в пенный слой.

Предлагаемая технологическая схема может быть использована при проектировании или реконструкции очистных сооружений для удаления и приготовления к утилизации органических примесей, содержащихся в сточных водах перерабатывающих предприятий АПК. Ожидаемый эффект очистки зависит от вида и концентрации сточных вод, и может быть обеспечен на уровне не менее 80 %.

Реализация представленной технологической схемы потребует проведения НИОКР. Так необходимо продолжить исследования по разработке эжектора, способного эффективно и стабильно работать при большом противодавлении. Требуется разработка двухступенчатого флотатора (поз. 4, рис. 1), основой для которого могут послужить разработки [2-4].

Список использованной литературы

1. Результаты комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. / под ред. А.Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2020. – 92 с.
2. Научное сопровождение по совершенствованию и пуско-наладке нестандартизированного фильтра-флотатора, входящего в состав реконструируемых очистных сооружений мойки АТЦ МАЗа. Отчет НИР. Рук. А.М. Кравцов. – № ГР 20072368. – Минск : БГАТУ, 2007. – 30 с.
3. Кравцов, А.М. Совершенствование локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод / А.М. Кравцов // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3. – С. 63–67.
4. Кравцов, А.М. Локальные сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод / А.М. Кравцов // Строительная наука и техника. – 2011. – № 6. – С. 79–81.