

УДК 66.01/07(075.8)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРИФУГАЛЬНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ

И.В. ГАНИЧЕВ, Е.Н. КАЛИНИН, В.В. КОЗЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Микрофилтрационное разделение растворов и суспензий в поле действия центробежных сил [1] не может обеспечить полной и заданной степени эффективности очистки жидких технологических сред. Вследствие этого представляется целесообразным исследование и разработка режима ультрафилтрационной (УФ) ступени центробежного фильтрования, последующей за микрофилтрационной [2], в полном процессе очистки раствора.

Целью исследований является установление эффективности ультрафилтрационного разделения и очистки отработанного раствора в поле действия центробежных сил фильтрующей центрифуги.

В экспериментах использовали отработанные технологические растворы после расшлихтовочного оборудования, содержащие поливиниловый спирт и природные примеси хлопкового волокна (нектин, жировоска и т.д.). В лабораторных условиях исследуемый раствор перед УФ-разделением предварительно подвергался микрофилтрационной очистке в соответствии с оптимальными параметрами при факторе разделения $F = 2500$ и температуре раствора $t = 60^\circ\text{C}$.

На рис.1 представлены результаты исследований по выявлению влияния фактора разделения фильтрующей центрифуги на удельную производительность K ультрафилтрающего элемента при разделении раствора ПВС в поле действия центробежных сил ($t_{\text{раств}} = 60^\circ\text{C}$ и $C_{\text{исх}} = 1\text{г/л}$).

В качестве фильтрующей перегородки использовали пленочный материал на основе фторлона толщиной 90 ± 30 мкм с рабочей температурой до 90°C , который был зажат между двумя слоями пористого материала. Установлено, что наиболее существенное увеличение удельной производительности G УФ-элемента с ростом фактора F разделения находится в диапазоне изменения последнего от 1000 до 2500: $n = 3000\text{с}^{-1}$ – в 1,5 раза, а при $n = 2000\text{с}^{-1}$ – в 1,4 раза.

Такое обстоятельство обусловлено возрастанием давления на фильтрующую перегородку и увеличением числа Re , посредством которого (давления) ввиду высокой турбулентности потока разрушается пристенный слой на границе раствор – фильтрующий элемент.

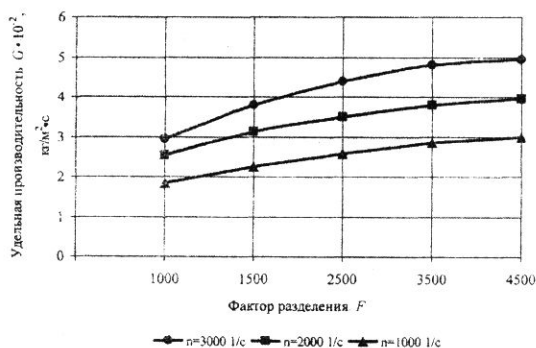


Рис. 1

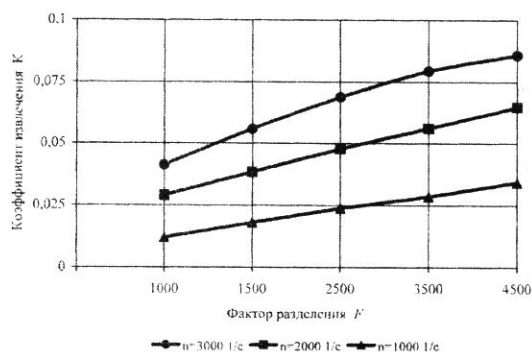


Рис. 2

На рис.2 показаны результаты экспериментов по оценке влияния фактора F разделения на степень очистки фильтруемого раствора от ПВС и загрязнений ($C_{исх} = 1\text{ г/л}$).

Для определения влияния температуры раствора на удельную производительность ультрафильтрационной перегородки с учетом величины фактора разделения проведена серия опытов с модельными растворами, содержащими ПВС с начальной концентрацией $C_{исх}$, равной 5 г/л. Результаты опытов представлены на рис 3.

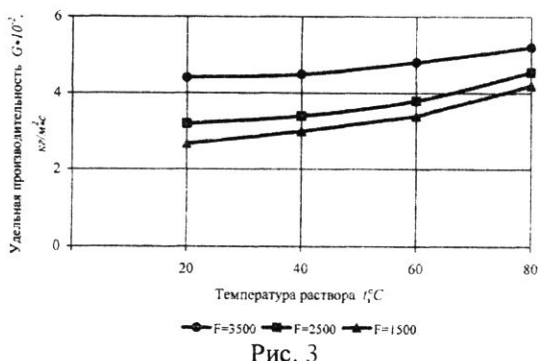


Рис. 3

В итоге следует отметить, что температурный фактор оказывает существенное влияние на удельную производительность G ультрафильтра при обработке раствора в поле действия центробежных сил: при увеличении температуры от 20 до 80 $^\circ\text{C}$ удельная производительность возрастает с 2,7 до 4,2 кг/м²·с при значении фактора $F = 1500$ и с 3,3 до 4,5 кг/м²·с при значении фактора $F = 2500$. Следовательно, средний рост удельной производительности составляет 32...34%. При факторе $F = 3000$ рост удельной производительности имеет несколько меньшую величину – 20%.

Повышение температуры обрабатываемого раствора приводит к увеличению проницаемости ультрафильтра вследствие уменьшения вязкости раствора, к активизации гидродинамической обстановки над разделительным элементом (из-за роста числа Re). Однако при этом наблюдается незначительное увеличение концентрации жировых веществ в фильтрате, что объясняется увеличением их растворимости с ростом температуры.

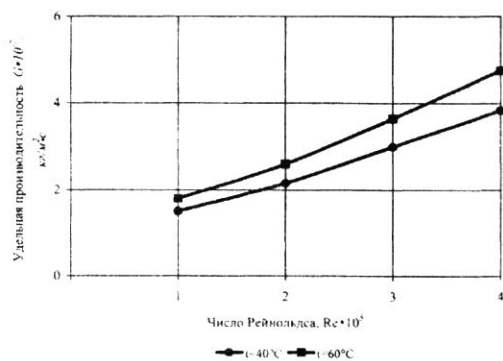


Рис. 4

Влияние гидродинамических параметров в фильтровальном центробежном аппарате и физических свойств обрабатываемой жидкости, в частности, кинематической вязкости раствора, на удельную производительность ультрафильтрационной перегородки представлено на рис.4.

Необходимо отметить, что с ростом критерия гидродинамического подобия с $Re = 1 \cdot 10^5$ до $Re = 3,5 \cdot 10^5$ наблюдается значительное повышение удельной производительности процесса ультрафильтрационного фильтрования: при температуре раствора 40 $^\circ\text{C}$ – с 1,5 до 3,9 кг/м²·с; при температуре раствора 60 $^\circ\text{C}$ – с 1,9 до 4,4 кг/м²·с.

Данное обстоятельство может быть обусловлено изменением физического состояния обрабатываемого раствора с повышением его температуры – снижением вязкости раствора с $\nu = 0,66 \cdot 10^{-6}$ м²/с до $\nu = 0,48 \cdot 10^{-6}$ м²/с, а в основном – активизацией скоростного режима фильтруемого раствора относительно фильтровальной перегородки в среднем сечении конусообразного ротора от 105 до 147 м/с.

Этот фактор является определяющим для интенсификации процесса массопереноса в пограничном (пристенном) слое, который наряду с увеличением давления на фильтровальную перегородку увеличивает удельную производительность фильтровальной центрифуги.

Приведенные результаты анализа очищенной ультрафильтрационным способом на фильтровальной центрифуге отработанной технологической воды свидетельствуют о достаточной степени ее очистки как от рабочих компонентов технологического

раствора (ПВС), так и от природных примесей хлопкового волокна.

ВЫВОДЫ

1. Установлена перспективность применения двухступенчатой системы очистки сточной воды, которая содержит: на первой ступени – предварительную очистку способом микрофльтрации; на второй – ультрафильтрационное разделение, реализуемое при более высоких значениях фактора разделения.

2. Возможность объединения обеих ступеней в одну систему, реализуемую в центробежном фильтровальном аппарате, дает возможность создания высокоэкономичного способа, реализуемого на малога-

баритном типе оборудования применительно к локальным системам оборотного водопотребления технологического производства, в частности, красильно-отделочного производства текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганичев И.В., Калинин Е.Н., Козлов В.В. // Вестник научно-промышленного общества. – М., 2003, вып. 6. С.60...63.

2. Ганичев И.В., Калинин Е.Н., Козлов В.В. // Вестник ИГТА. – Иваново, 2003, вып.3.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 20.04.02.