

Введение Известно [1], что основной принцип переработки любого растительного сырья – максимальное использование его экстрактивных веществ. С этой целью используют различное оборудование, позволяющее максимально извлекать экстрактивные вещества и интенсифицировать процесс экстракции. Современные предприятия ликероводочной отрасли для получения морсов и настоев используют экстракторы периодического и непрерывного действия. Однако исследования динамики получения настоев и морсов в промышленных аппаратах различного типа, проведенные И.Н. Василиком [2], подтвердили, что применяемые в ликероводочном производстве способы интенсификации процесса получения настоев и морсов (измельчение и перемешивание) не в состоянии коренным образом улучшить технологию приготовления полуфабрикатов. Интенсификация химико-технологических процессов и повышение эффективности технологического оборудования являются одной из приоритетных задач развития науки и техники; основой повышения качества продукции, увеличения производительности и снижения энергозатрат на проведение химико-технологических процессов служит разработка высокоэффективных технологических аппаратов с оптимальной удельной энергоемкостью и материалоемкостью, высокой степенью воздействия на обрабатываемые вещества [3]. Одним из перспективных типов гидродинамических излучателей являются пульсационные аппараты роторного типа, которые содержат ротор и статор с каналами. При вращении ротора его каналы периодически совпадают с каналами статора. В результате этого в обрабатываемой жидкости генерируются импульсы давления и разрежения, возникает кавитация, мелкомасштабные пульсации, гидравлические удары, развитая турбулентность [4-6]. Интенсификацию массообменных процессов в РПА следует отнести к комбинированным способам. Развитие поверхности контакта фаз происходит за счет разрушения твердых частиц с образованием новых поверхностей. Макротурбулентные пульсации скорости потока жидкости при импульсном вводе в канал статора и микропульсации кавитационных пузырьков с образованием кумулятивных струек способствуют развитию больших градиентов скоростей жидкости относительно твердых частиц. Звукокапиллярный эффект позволяет жидкости проникать в поры и капилляры твердого тела на большую глубину. Все эти факторы воздействия способствуют постоянному обновлению поверхности фазового контакта за счет воздействия высокоскоростных микропотоков жидкости, которые образуются при пульсациях кавитационных пузырьков и воздействиях кумулятивных струй. Возможен не только подвод новых порций жидкости, но и срыв диффузионного слоя с поверхности частицы. Растворение твердых частиц в жидкости при обработке в РПА происходит одновременно с процессом диспергирования при механическом контакте частиц с рабочими поверхностями ротора и статора. Процесс разрушения предшествует основной стадии растворения, так как механический

контакт и дробление частиц происходит на острых кромках выхода из канала ротора и входа в канал статора. После раскалывания в прерывателе на две части часть частицы, которая оказалась в канале статора, подвергается интенсивному многофакторному воздействию, включающему в себя турбулентные пульсации скорости потока жидкости при импульсном вводе в канал статора, ударные сферические волны при пульсациях и кумулятивные струи при схлопывании кавитационных полостей. Часть частицы, которая осталась в канале ротора подвергается механическому воздействию при следующем совмещении канала ротора, с каналом статора, если ее размер в радиальном направлении больше величины зазора и длины пути, который может пройти частица при открытии канала статора. Таким образом, основными факторами, интенсифицирующими процесс растворения твердых частиц в жидкости, являются импульсное и пульсационное воздействие [7]. Ранее в работах [8] указывалось, что при незначительном изменении технологии получения морсов и использования роторно-пульсационного оборудования возможно совмещать процессы получения полуфабрикатов ликероводочного производства с одновременным выделением пектиновых веществ. Известно, что при получении пектина качество целевого продукта во многом зависит не только от вида, качества и степени подготовленности сырья, но и от условий ведения основных технологических процессов гидролиза протопектина и экстракции пектиновых веществ. Гидролиз протопектина является процессом внутренним и определяется следующими основными факторами: соотношением воды и используемого сырья в гидролизате, температурой и продолжительностью процесса, показателем pH среды, типом и концентрацией гидролизующего агента и физико-химическими свойствами пектиновых веществ. В ходе данной научной работы для проведения гидролиз-экстракции использовалась установка, состоящая из роторно-пульсационного аппарата с асинхронным электродвигателем мощностью 15 кВт, частотной станцией управления, позволяющей изменять скорость вращения двигателя от 0 до 6000 об/мин, двух термоизолированных 100 литровых реакторов с мешалками (рамной и пропеллерной), рубашками, снабженными автоматически регулируемым электронагревом и проточным змеевиковым теплообменником для охлаждения, съемным кожухотрубным теплообменником с поверхностью теплообмена 1 м². Все аппараты обвязаны между собой трубопроводной арматурой диаметром 50 мм из нержавеющей стали. Установка изготовлена фирмой «Нормит». В таблице 1 представлены технологические параметры обработки сырья в РПА.

Наименование	Рябина	Клюква	Черная смородина	Вишня
Температура начальная, оС	20	20	20	20
Температура конечная, оС	30,7	30	30,2	30,1
Гидро модуль	1:4	1:4	1:4	1:4
Скорость вращения электродвигателя, об/мин	3000	3000	3000	3000
Время обработки, мин	10	10	10	10

В последнее время, благодаря развитию

электроники, разработаны установки более компактные и менее дорогие, что позволило их более широкому внедрению. Проводимые исследования по комплексной переработке плодово-ягодного сырья с использованием промышленной установки роторно-пульсационного типа, позволили провести процесс гидролиз-экстракции свежих ягод клюквы, рябины, вишни и черной смородины при температуре в пределах от 20,0 °С до 30,0 °С.

Экспериментальная часть Анализ литературных и патентных данных показал, что гидромодуль (соотношение заливаемой воды и гидролизуемого сырья) может оказать существенное влияние на содержание экстрактивных веществ в гидролизате, в том числе на количество пектина. В экспериментальной работе исследовалось содержание экстрактивных веществ в контрольных образцах (приготовленных по традиционной технологии двукратного настаивания в соответствии с технологическим регламентом и при гидромодулях 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 и 1 : 5. Данные, полученные при изучении влияния гидромодуля на содержание экстрактивных веществ в гидролизате представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияния гидромодуля на содержание экстрактивных веществ Сырье
Гидромодуль контроль 1 : 1 1 : 2 1 : 3 1 : 4 1 : 5 Рябина красная 4,2 4,7 5,0 5,7 5,9 6,0
Клюква 3,2 3,7 4,0 4,7 4,9 5,0
Черная смородина 4,7 5,2 5,5 5,85 6,1 6,15

Вишня 3,9 4,2 4,4 5,2 5,4 5,5 Из данных, представленных в таблице 2 следует,

что при гидролиз-экстракции ягод содержание экстрактивных веществ с увеличением гидромодуля повышается во всех образцах, и максимальный эффект наблюдается при гидромодуле 1 : 5. Однако целесообразно использовать гидромодуль 1:3, 1:4, так как дальнейшее увеличение объема заливаемой жидкости по отношению к гидролизуемому сырью приводит к получению экстрактов с нестандартным содержанием экстрактивных веществ, что в дальнейшем затрудняет купажирование алкогольных напитков [9].

Поэтому для дальнейшего использования экстракта в качестве полуфабриката ликероводочного производства целесообразно использовать гидромодуль 1:3, 1:4. Использование ультразвуковых колебаний в качестве фактора, ускоряющего диффузионный процесс, является весьма перспективным. Нелинейное распространение ультразвуковых колебаний и связанное с ними большое ускорение частиц, является одним из факторов интенсификации диффузионных процессов. Ультразвук высоких, кавитационных интенсивностей способен разрушать макромолекулы в растворе и клетки в суспензии, тогда, как при низких интенсивностях, сопровождающихся лишь микротечениями в жидких средах, приводит лишь к ускорению биологических процессов