

ЦНИИТЭИ
ПИЩЕПРОМ

ДОЗАТОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ДРОЖЖЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР И ЗА РУБЕЖОМ

5



МОСКВА
1978

УДК 663.14.028

В обзоре рассмотрены требования, предъявляемые к дозаторам, задачи, возникающие при дозировании, дана классификация дозаторов жидкости.

Рассмотрены основные виды дозаторов непрерывного и дискретного действия, применяемых в дрожжевой промышленности.

© Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований пищевой промышленности, 1978г.

К дозаторам, используемым в дрожжевой промышленности, предъявляются следующие основные требования:

высокая точность, в частности, равномерность подачи за малые промежутки времени;

обеспечение необходимой производительности, регулирование ее в заданных пределах;

надежность и безопасность в эксплуатации.

При выборе способа дозирования большое значение имеют технологические параметры жидкостей, подлежащих дозированию. Такие параметры, как сжимаемость, вязкость, плотность, зависящие от давления и температуры, требуют введения коррекции для поддержания точности дозирования. Иногда целесообразно привести жидкость в состояние, позволяющее упростить конструкцию дозатора (подогреть, охладить, изменить концентрацию и т.д.). При дозировании жидкостей встречаются самые разнообразные варианты способов дозирования, которые можно свести к следующим группам [1]:

отмеривание заданного объема или массы жидкости. Этот способ может быть применим при выдаче готового продукта с использованием оборудования периодического и непрерывного действия. Задача сводится к суммированию мгновенных значений расхода и увеличению подачи при недостаточной интенсивности, отключению дозатора при достижении заданного количества;

программное дозирование, в частности, поддержание постоянного во времени отмериваемого количества жидкости. При этом необходимо поддерживать мгновенное значение расхода в соответствии с программой или внешним управляющим воздействием. Главным требованием, предъявляемым к дозатору, является возможность быстрого изменения производительности;

поддержание заданного соотношения количества дозируемой жидкости и основного потока жидкости, газа или твердых веществ;

поддержание заданного соотношения нескольких жидкостей. Это очень распространенная задача, при этом часто возникает необходимость изменения производительности, т.е. суммарного расхода при сохранении количественного соотношения отдельных компонентов;

поддержание заданного значения количества одного из компонентов смеси жидкостей и растворов. Эта задача возникает тогда, когда промежуточный продукт при технологическом процессе имеет переменную концентрацию, а для дальнейших операций нужна стабилизация состава.

В дрожжевом производстве наиболее часто возникает задача второй группы, т.е. дозирование питательных компонентов по временной программе.

Погрешности при дозировании жидкостей можно разбить на два типа: связанные с несовершенством системы дозирования - носят систематический характер и связанные с неоднородностью дозируемых жидкостей - носят случайный характер.

КЛАССИФИКАЦИЯ ДОЗАТОРОВ ЖИДКОСТИ

Классифицировать дозаторы можно по различным признакам - характеру дозируемой среды - для легкотекучих, вязких, пастообразных жидкостей; принципу действия (весовые и объемные) - на системы прямого и непрямого действия.

Все дозаторы при этом разделены на два основных вида: дискретные и непрерывные. И те, и другие могут быть как весовыми, так и объемными. Непрерывное объемное дозирование реализуется обычно с помощью систем автоматического регулирования расхода. Соответствующие системы подразделяются на:

системы переменного перепада давления. Принцип действия их основан на зависимости расхода от перепада давления, создаваемого неподвижным устройством. Сюда можно отнести системы с сужающим устройством, гидравлическим сопротивлением, напорным устройством;

системы постоянного перепада давления, основанные на зависимости расхода от вертикального перемещения тела, изменяющего при перемещении площадь проходного отверстия. Сюда относятся системы с датчиками типа ротаметров, поршневые, поплавковые и расходомеры с поворотной лопастью;

системы переменного уровня, у которых расход жидкости зависит от уровня при истечении через калиброванное сопротивление;

тахометрические, основанные на зависимости расхода от скорости движения тела, установленного в трубопроводе. Сюда можно отнести камерные счетчики, турбинные и расходомеры с движущимся шариком;

системы с тепловыми расходомерами — калориметрические, термоанемометрические, расходомеры теплового слоя;

системы со специальными расходомерами; в эту группу входят электромагнитные, акустические, ультразвуковые, вихревые, ядерно-магнитные, ионизационные, парциальные, оптические.

Среди дискретных объемных особое место занимают насосы-дозаторы. Классифицировать насосы-дозаторы можно по различным признакам: развиваемому давлению, производительности, характеру дозируемой жидкости.

К дозаторам дискретного действия относятся также эрлифтные, илипанные, типа вращающегося крана, черпачковые, дозаторы с мерным пространством. Последние разделяются на дозаторы с плавающим поршнем (перепускной цилиндр), падающим поршнем, мерной емкостью.

К весовым дозаторам дискретного действия относятся дозаторы с качающейся емкостью и бункерные. Последние разделяются на дозаторы с последовательным и параллельным взвешиванием.

ДОЗАТОРЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Системы автоматического регулирования расхода обладают большей равномерностью подачи по сравнению с дискретными, а также имеют гораздо меньшее время подачи определенного количества жидкости [2]. Если необходимо дозировать большие количества, то лучше применять систему непрерывного действия.

Наряду с этим данные системы имеют следующие недостатки. Требуют неразрывности потока и вполне определенных скоростей протекания жидкости по трубопроводу, обладают большими статическими и динамическими ошибками за счет нелинейностей и погрешностей датчиков расхода и регулирующих органов.

Несмотря на эти недостатки, дозаторы непрерывного действия применялись и применяются сейчас для подачи питательных растворов в дрожерастильный аппарат, среди них система программной подачи мелассы Гольмана. Дозатор при этом представляет собой емкость, в дне которой имеется калиброванное отверстие. Расход жидкости зави-

сит от уровня жидкости в сосуде, который поддерживается при помощи программного задатчика. Данная система, кроме всех недостатков, указанных выше, имеет неудовлетворительное аппаратное решение.

На Киевском дрожжевом заводе была установлена система программного регулирования подачи мелассы, расход при этом контролировался ротаметром с электрическим выходом. На Московском дрожжевом заводе были установлены дозаторы мелассы, разработанные ВНИЭКИ-продмашем. Дозатор представляет собой емкость, в днище которой имеется калиброванное отверстие. Уровни в дозаторе поддерживаются при помощи электродов.

Так как раствор мелассы вспенивается, то электроды помещают в защитный стакан, а входной патрубком для мелассы имеет специальную конструкцию. Эксплуатация таких дозаторов показала, что ограждающие стаканы не являются надежным средством защиты от пенообразования в зоне электродных датчиков. Поэтому в дозаторах более совершенной конструкции был использован пневмометрический способ контроля уровня жидкости [3]. При этом в дозатор помещали пьезометрическую трубку, а давление продуваемого воздуха контроливали V-образным жидкостным манометром, в одно колено которого помещены электроды. Известны решения, увеличивающие точность дозатора в широком диапазоне дозирования путем установки дополнительных калибровочных отверстий, над которыми установлены трубки различной высоты [4]. Последние с целью облегчения наладки дозаторов предлагается делать телескопически раздвижными [5].

ВЕСОВЫЕ ДОЗАТОРЫ

Весовые дозаторы в отличие от объемных производят отмеривание определенных количеств массы. При таком дозировании объем дозы может быть переменным, т.е. автоматически учитываются изменения плотности, что является их достоинством [6]. Кроме того, весовые дозаторы точнее объемных. К недостаткам весовых дозаторов следует отнести сложность и более высокую стоимость.

Для весовых дозаторов применяются различные весоизмерительные механизмы: равноплечное и неравноплечное коромысло; маятниковый уравновешивающий механизм; циферблатный указательный прибор; упругий элемент; электротензометрический датчик; упругомагнитный датчик; пневматический датчик; гидравлический датчик; радиоактивные изотопы.

Преимуществом коромысловых механизмов является высокая точность 0,1-0,05%, а недостатком - неустойчивость при приближении коромысла к положению равновесия. Для более устойчивой работы коромысловые механизмы снабжают регулятором плавности, создающим некоторое опережение движения коромысла, и регулятором точности [7], регулирующим перевес или недовес в пределах допустимого диапазона точности. Применение неравноплечного коромысла дает возможность снизить инерционность конструкции, особенно при больших массах дозы.

В маятниковых весоизмерительных механизмах применяется постоянный уравновешивающий груз. При этом величина взвешиваемой массы определяется по величине угла отклонения коромысла. Максимальный угол отклонения - 90° . Круговая шкала таких весоизмерителей неравномерна. Но ее можно заменить горизонтальной равномерной прямоугольной шкалой, поставленной наклонно.

Пружинные весоизмерители содержат винтовые или спиральные пружины. Они просты по конструкции, однако точность взвешивания зависит от упругих свойств пружины, гистерезиса, внутреннего трения. Кроме того, этим механизмам свойственны температурные погрешности, так как модуль упругости меняется с изменением температуры.

В последнее время все чаще применяются электротензометрические весоизмерители [8,9,10], использующие тензoeffект, состоящий в изменении электрического сопротивления проволочной решетки, наклеенной на упругий элемент, в зависимости от ее деформации под нагрузкой. Чувствительность таких весоизмерителей зависит от материала проволоки датчика и частично от геометрии решетки, шкала их - линейная. Основное преимущество таких весоизмерителей - безынерционность, малогабаритность и возможность дистанционной передачи. Другим безынерционным методом взвешивания является магнитно-упругий, основанный на использовании малых деформаций жесткого измерительного элемента. Сущность метода состоит в применении ферромагнитного стержня, который при малых деформациях существенно меняет свои свойства. Особенно широко в весовых дозаторах применяются циферблатные указательные приборы с автоматическим уравновешиванием нагрузки и равномерной круговой шкалой.

Бункерные весовые дозаторы часто используют для дозирования нескольких компонентов [11]. При этом взвешивание всех жидкостей

может происходить на одном весовом приборе (дозаторы с последовательным взвешиванием), либо каждая жидкость взвешивается на отдельном весовом приборе (дозаторы с параллельным взвешиванием). В первом случае уменьшается количество весовых приборов, упрощается их конструкция, но значительно усложняется управление дозатором, создается более напряженная работа весового прибора, кроме этого, ухудшается равномерность подачи отдельных компонентов.

В общем случае бункерные дозаторы состоят из питающего и грузоприемного устройств, весового механизма и управляющего устройства. Особенностью таких дозаторов является непостоянство массы за время одного цикла взвешивания [12].

Следует отметить, что загрузка дозатора жидкостью зависит от количества жидкости над клапаном, что приводит к погрешности и изменению массы жидкости, находящейся в воздухе к моменту прекращения подачи. Поэтому загрузка дозатора должна происходить при постоянном напоре. Кроме того, на точность дозирования в значительной степени влияет стабильность времени срабатывания питающего клапана.

Высокой точностью обладают дозаторы, работающие в двух режимах питания: основной поток (питающий клапан полностью открыт и отмеривается большая часть дозы) и долив (питающий клапан прикрывается, и доза отмеривается полностью). Высокая точность при таком режиме объясняется тем, что в момент долива скорость изменения дозы значительно меньше, чем в основном потоке, что приводит к более четкому срабатыванию весоизмерительного механизма. Кроме того, масса жидкости, находящаяся в воздухе, и ее скорость в режиме долива значительно меньше.

Конструктивные особенности весовых дозаторов периодического действия зависят от вида применяемого весоизмерительного механизма [13, 14]. В дозаторах с перемещающимся грузом происходит постоянное уравнивание нагрузки передвижной гирей - рейтером, которая приводится в движение специальным приводом. Применение автоматических уравнивающих весовых элементов обеспечивает высокую точность дозирования. Регулировка производительности таких дозаторов осуществляется изменением массы гири и скорости перемещения рейтера.

К недостаткам дозаторов следует отнести периодичность работы и необходимость наличия привода для перемещения рейтера. Первый

недостаток можно исключить, применяя два дозатора, работающие последовательно во времени. Управление приводом может быть контактным и бесконтактным. При контактном управлении используются "грубые" и "точные" контакты, обеспечивающие соответствующее уравновешивание. Более совершенным является бесконтактное управление, при котором применяются подвижные и неподвижные магниты. Вырабатываемый в магнитных головках ток, знак и величина которого зависят от отклонения коромысла, управляет приводом. Так как данное устройство имеет обратную связь по скорости, то улучшаются переходные процессы и отпадает необходимость в электрическом тормозе. Применение пневматического привода дает большое быстроедействие по сравнению с электрическим. В качестве привода применяют пневмоцилиндр. На коромысле установлена заслонка, перекрывающая то или иное сопло в зависимости от отклонения.

В последнее время вместо весовых элементов с перемещающимся грузом все чаще применяют электротензометрические и магнитоупругие весоизмерители. При этом отпадает необходимость в специальном приводе, который необходим для передвижения гири. Такие весоизмерители значительно компактнее других весовых элементов, не имеют движущихся частей, их легко сочленить с управляющим устройством. К недостаткам таких весоизмерителей следует отнести более низкую точность. [15,16,17,18,19,20].

Весовые дозаторы с качающейся емкостью состоят из свободно качающейся емкости, разделенной на два отсека. Дозируемая жидкость подается в один из отсеков емкости. По мере набора центр тяжести перемещается и емкость опрокидывается. При этом под загрузку подается другой отсек, а первый разгружается.

Данные дозаторы просты по конструкции, не требуют подвода вспомогательной энергии, кроме того, они обладают большей равномерностью подачи, так как работают по двухполупериодной схеме. Точность дозирования их достигает 0,1%. Недостатком указанных дозаторов является то, что они не могут работать в системах программного дозирования.

НАСОСЫ-ДОЗАТОРЫ

Насосы-дозаторы, кроме функции транспортировки жидкости, выполняют еще функцию отмеривания заданного объема дозируемой жидкости. Раньше в качестве насосов-дозаторов применяли обычные насосы.

сосы. В настоящее время разработаны специальные конструкции насос-дозаторов применительно к требованиям технологии. Выбор насоса-дозатора производится с учетом требуемой производительности, перепада давлений, точности дозирования [21,22]. Червячные, шестереночные, колесчатые, шибберные насосы могут обеспечивать подачу жидкостей со значительным диапазоном вязкостей. Поршневые, плунжерные, мембранные, сильфонные насосы обладают высокой стабильностью расхода при изменении перепада давления, кроме того, расход мало зависит от сопротивления линии. При эксплуатации таких насосов необходимо учитывать, что минимальное давление под рабочим органом при всасывании жидкости должно быть больше давления насыщенных паров дозируемой жидкости. Для поршневых и плунжерных насосов слабым местом является уплотнение. Иногда при дозировании токсичных, агрессивных, кристаллизующихся сред в сальникам подводят уплотнительную жидкость с давлением, немного превышающим давление в насосе. Применение мембранных и сильфонных насосов позволяет полностью исключить утечки дозируемой жидкости.

Поршневые насосы-дозаторы [23] могут создавать давление до 500 кг/см^2 , точность их дозирования - от 0,1 до 1,0%. Для сглаживания пульсаций подачи применяют поршневые насосы двойного действия. В качестве уплотняющих материалов поршня применяют резину, кожу, некоторые виды пластмасс. Диаметры поршней достигают 250 мм, ход поршня - до 100 мм. Для больших давлений применяют поршни с меньшими диаметрами.

Плунжерные насосы-дозаторы [24] могут развивать давления до 4000 кг/см^2 , точность их дозирования - от 0,5 до 1,0%. Для перекачки абразивных жидкостей применяют ступенчатые плунжеры, в полости которых подается чистая жидкость.

Интерес представляют насосы-дозаторы со смешанным движением рабочих органов, такие насосы не требуют клапанов.

В последнее время для дозирования жидкостей все чаще применяются мембранные насосы-дозаторы [25]. Материал мембраны зависит от дозируемой жидкости. Мембраны изготовляют из резины, тефлона, эластина, специальных сталей или других сплавов. Резиновые мембраны иногда армируют, соединение мембраны со штоком может быть непосредственное либо через промежуточную жидкость. Последняя связь предпочтительнее, так как увеличивается срок службы мембраны.

Такие насосы можно размещать на некотором удалении от привода. В качестве промежуточной жидкости применяют жидкость, нейтральную к материалу мембраны. Для предохранения мембраны ее окружают с двух сторон решетками. В результате утечки промежуточной жидкости объем ее уменьшается, что вызывает изменение формы мембраны, приводит к возникновению дополнительных напряжений, вызывающих разрушение мембраны. Для предотвращения этого ставят подпиточный клапан. При высоких давлениях, если мембрана выполнена из упругого материала, подводят промежуточную жидкость к ее периферии. Мембранные насосы-дозаторы развивают давление до 2000 кгс/см^2 при точности дозирования от 0,5 до 1,0%. Особенно часто они применяются для дозирования агрессивных, огнеопасных, детонирующих, радиоактивных жидкостей.

Интересную конструкцию мембранного насоса-дозатора предложила американская фирма *Liston*. В ее пневмоприводном насосе специальная конструкция мембраны позволяет обойтись без генератора пневматических импульсов.

Сильфонные насосы-дозаторы [26,27] могут развивать давление свыше 2000 кгс/см^2 , точность дозирования - от 0,5 до 1%. Выбор материала сильфона обусловлен характером дозируемой жидкости. Сильфоны изготовляют из пластмасс, титана, спецсталей. Сильфон может быть непосредственно связан со штоком привода или через промежуточную жидкость. В последнем случае предусматривается автоматическая подпитка промежуточной жидкостью. Для дозирования очень малых количеств жидкости применяется дифференциальное включение сильфонов. При выборе типа насоса-дозатора следует учитывать, что объемный к.п.д. различных насосов, особенно в области высоких давлений, зависит от объема мертвого пространства, сказывается сжимаемость жидкости. Для уменьшения величины мертвого пространства применяют различные меры.

Шестереночные насосы-дозаторы предназначены в основном для дозирования вязких жидкостей и суспензий [28]. Они имеют значительные погрешности, так как трудно изготовить точные шестереночные пары, но такие насосы дешевле и проще в обслуживании по сравнению с поршневыми и мембранными.

Шлиферные насосы-дозаторы имеют развитые поверхности трения, которые выполняют одновременно уплотнительные функции [29,30,31].

У этих насосов большие проходные сечения и рабочие объемы, их рекомендуется применять для дозирования жидкостей, обладающих смазочной способностью.

В настоящее время все большее распространение получают перистальтические насосы-дозаторы. К их достоинствам следует отнести простоту конструкции, отсутствие клапанов, герметичность. Ввиду отсутствия контакта с внешней средой эти насосы применяются для дозирования агрессивных и радиоактивных жидкостей. Самым ответственным узлом таких насосов являются гибкие элементы. Их изготавливают из специальных резин или пластмасс. Большое значение для работоспособности перистальтических насосов имеет степень прижима ролика к гибкому элементу. Если прижим ролика недостаточный, то жидкость выдавливается не полностью, что снижает точность дозирования. При чрезмерном прижатии ролика происходит быстрый износ гибкого элемента. Интерес представляют дозаторы, способные дозировать несколько жидкостей в заданном соотношении [32].

Некоторые западные фирмы применяют для дозирования особо агрессивных неабразивных жидкостей насосы типа упругая втулка (Flex-i-Liner), принцип действия которых аналогичен перистальтическим. Такие насосы имеют преимущество по сравнению с перистальтическими, которое состоит в меньшей деформации рабочего элемента, что увеличивает срок его службы. Кроме того, высота всасывания таких насосов больше, чем у перистальтических. К недостаткам следует отнести сложность демонтажа при замене упругой втулки.

Ответственными узлами, влияющими на точность дозирования, являются клапаны, особенно всасывающий. Неплотное закрытие клапанов вызывает перетоки жидкости, резко увеличивает погрешности дозирования, что иногда приводит к нарушению рабочего цикла насоса. Свойства дозируемой жидкости и условия работы насоса-дозатора требуют подбора тех или иных конструкций клапанов, выбора подходящих материалов для их изготовления. Иногда для устранения перетоков седло клапана делают из мягкого материала (резины, пластмасс). При этом не требуется тщательной доводки запирающих поверхностей, но возможно это лишь при дозировании чистых жидкостей и небольшом удельном давлении. При выборе клапанов рекомендуется учитывать следующее: пара конус-конус при малых углах конуса заклинивает, при больших - плохо центрируется; пара плоскость-плоскость при притирке имеет надежное уплотнение, но при загрязненных жидкостях

не самоочищается, могут быть перекосы, заедания; пара шар-конус с углом 90° является оптимальной, клапан ввиду небольшой поверхности контакта хорошо самоочищается.

Шаровые клапаны применяются для чистых жидкостей малой и средней вязкости, иглочатые — для чистых жидкостей при малых расходах и высоких давлениях. Тарельчатые и плоские клапаны предназначены для больших расходов и могут применяться для вязких жидкостей. В зависимости от среды клапаны изготавливают из Hastelloy, сталей, титана, стекла, керамики, пластмасс или искусственного рубина. Иногда для предотвращения перетоков применяется принудительное управление клапанами [33]. Для уменьшения перетоков ставят также несколько клапанов последовательно. Оценку работы насоса-дозатора, указывающую на качественную работу клапанов, можно произвести по индикаторной диаграмме, снятой с помощью осциллографа.

В качестве приводов для насосов-дозаторов в основном применяют электродвигатели. Насосы с вращательным движением рабочего органа соединяются с двигателем непосредственно либо через редуктор. Насосы с возвратно-поступательным движением рабочего органа имеют понижающую передачу и устройство для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. При этом применяются в основном такие виды преобразователей: кулачковый, эксцентриковый и кривошипно-шатунный.

Кулачковый преобразователь позволяет варьировать закон движения рабочего органа, что дает возможность добиться равномерности подачи жидкости, а также внести коррекцию, учитывающую работу клапанов. Для осуществления возвратного движения в кулачковых передачах применяют пружину либо специальную обойму с двумя роликами, расположенными по линии, проходящей через ось вращения кулачка. Пружина является слабым местом данной передачи.

Эксцентриковый преобразователь обладает неравномерностью подачи дозируемой жидкости, которая тем больше, чем больше эксцентриситет.

Кривошипно-шатунный преобразователь применяется при большом ходе рабочего органа и обладает также неравномерностью подачи.

Иногда в насосах-дозаторах применяют электромагнитный привод [34], простой по конструкции, однако большая скорость в процессе всасывания приводит к выделению газов. Кроме того, его можно применять лишь для малых перепадов давления. Известны случаи применения электроискрового привода [35].

Применяют также гидро- [36] и пневмоприводы [37]. Их достоинством является непосредственное получение возвратно-поступательного движения. Особенно ценны такие приводы во взрывоопасных средах. Недостатком пневматического привода является изменение скорости подачи при изменении нагрузки или давления питающего воздуха, что приводит к погрешностям дозирования. Иногда, если дозируемая жидкость обладает достаточным давлением, можно применить гидропривод с использованием давления дозируемой жидкости. Данное устройство применимо для чистых невязких жидкостей.

При дозировании жидкости возникает необходимость регулировки производительности насосов-дозаторов. Для этого чаще всего меняют скорость вращения (число ходов) рабочего органа, применяя электродвигатели постоянного тока в комплекте с тиристорными преобразователями или магнитными усилителями. Можно использовать синхронные двигатели в комплекте с приводом частотного регулирования или различных вариаторов, для которых необходима однозначная связь между положением регулирующих органов и передаточным числом.

При дифференциальном включении насосов-дозаторов можно регулировать производительность, смещая фазу движения рабочих органов.

Регулировать производительность можно также путем принудительного управления клапанами и изменением объема "мертвого пространства". Последний способ имеет тот недостаток, что объемный к.п.д. насоса зависит от величины "мертвого пространства". В мембранных насосах-дозаторах для регулировки производительности иногда устанавливают дополнительную мембрану, а полость между основной и дополнительной мембраной заполняют жидкостью, от количества которой зависит ход основной мембраны. Особый интерес для систем автоматического дозирования представляют способы автоматического регулирования без остановки насоса-дозатора.

Объединяют насосы-дозаторы в дозировочные агрегаты [ДА], приводимые в движение от общего привода. При этом каждый насос, как правило, имеет свой регулятор хода рабочего органа. Особенно эффективно применение ДА при многокомпонентном дозировании.

Некоторые зарубежные фирмы, например *Johns-Manrill Corp.*, *Wilson Chemical Feeders Inc.*, *Hills Me. Camo Co.*, *Brann Zibbe*, *Levva*, разработали унифицированные системы конструкций насосов-дозаторов [38, 39, 40]. Эти системы объединяют различные передаточные и регулирующие элементы, различные насосные головки, сервоприводы, позволяющие регулировать производительность. Необходимые

насосы-дозаторы собираются из стандартных блоков. Данные системы обладают очень большими возможностями, так как диапазон характеристик выпускаемых узлов по производительности, давлению, характеру дозируемой жидкости очень широк. Кроме того, конструкция узлов допускает объединение самых различных типов насосных головок и приводов, что позволяет выбрать нужные узлы для любого процесса дозирования.

Фирма *VEB Pumpenfabrik Salzwedel* (ФРГ) [41] выпускает поршневые и одно- и двухступенчатые дозирующие насосы для предприятий пищевой промышленности, которые могут одновременно дозировать до 12 различных жидкостей. Насосы снабжены бесступенчатыми регуляторами хода поршней, причем величина хода поршней указывается на световом табло.

ЧЕРПАЧКОВЫЕ, ЭРЛИФТНЫЕ, КЛАПАННЫЕ И КРАНОВЫЕ ДОЗАТОРЫ

Ковшовые дозаторы бывают одно- и многоковшовыми [42]. Для постоянства величины дозы при наклонах дозатора конши иногда снабжают V-образным вырезом [43].

Регулировать производительность ковшовых дозаторов можно, меняя объем ковша (невыгодно ввиду необходимости остановки дозатора), либо число ковшей [44]. Можно также регулировать производительность дозатора, путем поворота ковшей, при котором объем жидкости, зачерпываемой ковшом, меняется [45]. Другим способом регулирования производительности дозатора является регулирование числа оборотов привода.

Существуют также ковшовые дозаторы, содержащие вращающийся ротор с зачерпывающей спиралью либо в виде спиральных трубок [46, 47].

Следует учесть, что при вертикальном перемещении ковшей уровень жидкости в рабочей камере не сказывается на точности дозирования. Если ковш перемещается по окружности, то объем жидкости, забираемой ковшом, зависит от уровня в рабочей камере, следовательно, необходимо его стабилизировать. Меняя уровень в рабочей камере, можно также регулировать производительность дозатора. Точность ковшовых дозаторов достигает 0,5-1%. К достоинствам их следует отнести большую равномерность подачи дозируемой жидкости.

Эрлифтные дозаторы (рис. 1) можно использовать для дозирования жидкостей. К их достоинствам следует отнести простоту конструкции и отсутствие запорной арматуры, что особенно важно при дозировании агрессивных и абразивных жидкостей. При вдувании воздуха в эрлифтную трубку образуется смесь воздуха и дозируемой жидкости.

Смесь поднимается и сливается в воздухоотделитель, при этом необходимо, чтобы

$$\frac{H_1 + H_2}{H_1} \leq \frac{\rho_{ж}}{\rho_{см}}$$

где H_1 - высота от нижнего конца эрлифтной трубки до уровня жидкости;

H_2 - высота от уровня жидкости до точки слива смеси;

$\rho_{ж}$ - плотность жидкости;

$\rho_{см}$ - плотность смеси.

Точность дозирования эрлифтных дозаторов достигает 1%.

В дрожжевой промышленности эрлифтные дозаторы могут найти применение для дозирования серной кислоты. В КТИШе разработана схема узла регулирования величины рН с применением эрлифтного дозатора для дозирования серной кислоты.

Рис. 1. Контур регулирования рН в дрожжевостильном аппарате: 1 - преобразователь; 2 - электропневматический преобразователь; 3 - регулятор; 4, 6 - реле; 5, 7 - клапаны; 8 - дозатор; T_1, T_2, T_3 - тумблеры; L_1, L_2 - лампы

Сигнал от датчика рН поступает на преобразователь 1, далее на электропневматический преобразователь 2 и на пневматический позиционный регулятор. При понижении рН позиционный регулятор через реле 4 управляет клапаном 5, установленным на трубопроводе

аммиачной воды. При повышении величины pH регулятор 3 через реле 6 управляет клапаном подачи сжатого воздуха 7 в эрлифтную трубку дозатора серной кислоты 8. Пневмотумблер T_I служит для выбора режима работы "Автоматический" - "Ручной". Пневмотумблеры T_2, T_3 служат для управления подачей аммиачной воды и серной кислоты в ручном режиме. Схема предусматривает световую сигнализацию лампы L_1-L_2 .

Клапанными дозаторами можно дозировать жидкость периодически, открывая на определенное время клапан. При этом количество жидкости зависит от времени открытия клапана, а точность дозирования - от постоянства давления (уровня) перед клапаном и коэффициента расхода. Для повышения точности стабилизируют давление (уровень) перед клапаном. Одним из способов стабилизации является применение сифона, укрепленного на поплавке. Для поддержания постоянного коэффициента расхода необходимо стабилизировать параметры дозируемой среды, а для суспензий и кристаллизирующихся жидкостей применять самоочищающиеся клапаны либо периодически их очищать. Вместо клапанов применяют иногда перемещающиеся воронки. Точность дозирования клапанных дозаторов ниже, чем у других систем дискретного дозирования. Регулировка производительности осуществляется изменением времени открытия клапана, изменением частоты срабатывания либо изменением уровня в питающем резервуаре, что применяется гораздо реже. Клапанные дозаторы целесообразно применять для больших расходов, когда необходимо дозировать большие количества жидкости. Применение мерных емкостей в данном случае затруднено ввиду необходимости больших объемов последних.

Крановые дозаторы применяются для легкотекучих, вязких, а также пастообразных жидкостей. Часто такие дозаторы при опорожнении промывают жидкостями или продувают воздухом или инертным газом. Имеются конструкции дозаторов с регулировкой величины дозы. Разработана конструкция кранового дозатора, способного создавать давление [48]. Для этой цели в пробке крана образован цилиндр, в котором перемещается поршень. При многокомпонентном дозировании применяют несколько дозаторов, работающих от одного привода. Крановые дозаторы имеют большую поверхность трения. Кроме того, падение дозируемой жидкости между трущимися поверхностями ухудшает их работу, особенно если жидкость загрязнена и обладает абразивными свойствами. Поэтому желательно дозировать такими дозаторами

ми жидкости, обладающие смазывающими свойствами, и постоянно следить за тем, чтобы не было протечек дозируемой жидкости, применяя различные уплотнения. Точность дозирования зависит от притирки трущихся поверхностей дозатора и постоянства числа оборотов привода.

ДОЗАТОРЫ С МЕРНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

В настоящее время распространение получили дозаторы типа перепускного цилиндра (с плавающим поршнем) с падающим поршнем и с мерной емкостью [49,50,51,52,53].

Дозаторы с плавающим поршнем содержат цилиндр, распределительное устройство и поршень, перемещающийся внутри цилиндра. Поршни бывают уплотненные и неуплотненные. Для уплотнения применяют резину и пластмассы. Так как для перемещения уплотненного поршня необходимы значительные усилия, то надо располагать достаточным перепадом давления. Кроме того, уплотнения со временем изнашиваются, особенно при дозировании агрессивных и абразивных жидкостей, что приводит к утечкам, снижающим точность дозирования. Неуплотненные поршни более надежны, так как имеют малый износ и утечку. Во избежание заклинивания поршня при изменении температуры рекомендуется изготовлять цилиндр и поршень из материалов, имеющих одинаковый коэффициент температурного расширения.

В настоящее время имеется много различных модификаций дозаторов с перепускным цилиндром. Поршень иногда заменяют гибкой мембраной, делящей цилиндр на две камеры, иногда применяют длинную пластмассовую трубку, свернутую в спираль, по которой движется поршень [54].

Регулировка производительности дозаторов с плавающим поршнем осуществляется путем изменения частоты срабатывания либо путем перемещения ограничителей хода поршня [55]. Для регулировки производительности поршень выполняют из двух отдельных дисков, промежуток между которыми заполняют жидкостью [56].

Дозаторы с падающим поршнем состоят из вертикального цилиндра, внутри которого свободно перемещается поршень [57]. Опорожняется дозатор под действием массы поршня, поэтому поршень делают более тяжелым, иногда заполняют ртутью. Такие дозаторы работают по однопериодной схеме. При аварийном отключении питания дозаторы закрываются. Для регулировки дозы применяют ограничители

хода поршня. Дозаторы с падающим поршнем работают нормально при соблюдении тех же условий, которые указаны для дозаторов с перепускным цилиндром.

Дозаторы с мерной емкостью в конструктивном отношении наиболее просты [58,59]. Основным их преимуществом является то, что они не содержат подвижных частей и не требуют больших перепадов давлений. Такие дозаторы при отсутствии утечек через клапаны и при условии полного слива жидкости обладают точностью дозирования от 0,2 до 0,5%. Для точного дозирования необходима также стабилизация напора и температуры. Если дозатор имеет малую емкость, то для полного слива жидкости рекомендуется выполнять его из несмазываемого материала. Важной характеристикой дозаторов с мерной емкостью является время наполнения и слива. Следует учесть, что такие дозаторы работают по однопериодной схеме и имеют наихудшие временные характеристики из всех дозаторов с мерным пространством. На работу дозаторов с мерной емкостью оказывают влияние подводящие трубопроводы, так как наполнение и опорожнение происходят при переменном напоре. Регулировка производительности дозаторов может осуществляться различными путями. Один из способов — это заполнение дозатора до определенного уровня. Средства контроля уровня могут быть различными. Для электропроводных жидкостей применяют стержневые электроды [60], которые для уменьшения погрешностей иногда выполняют в виде колец [61]. При помощи набора электродов [62] величину дозы можно устанавливать в широком диапазоне. Иногда электроды делают подвижными [63]. Существуют конструкции дозаторов, у которых уровень контролируется при помощи поплавка, снабженного штоком и флажком, воздействующим на ряд бесконтактных датчиков [64]. Применяются также ультразвуковые датчики уровня жидкости в дозаторе [65]. Широкое применение находят пневматические устройства для измерения уровня [66,67,68].

Другим способом регулирования производительности дозаторов является неполный слив. Это может осуществляться введением глубокого сливного трубопровода, перемещением сифонного трубопровода либо воздействием на воздушные клапаны дозатора. При этом интерес представляет способ определения расхода жидкости, вытекающей из емкости путем подачи мерных порций газа в наджидкостное пространство [69]. Для этого измеряют давление в емкости после подачи

порции газа и перед подачей следующей порции газа, а о расходе судят по отношению разности этих давлений к их производству. Можно регулировать производительность, вводя в мерную емкость различные вытеснители, уменьшающие ее объем. Точность дозирования при применении указанных выше устройств, зависит от точности работы каждого конкретного устройства.

Распределительные устройства дозаторов с мерным пространством могут быть различными по конструкции. Наиболее перспективными являются клапанные. К ним предъявляются следующие требования: долговечность, надежность, герметичность, быстродействие, отсутствие протечек. По роду вспомогательной энергии распределительные устройства подразделяются на пневматические, электрические и с приводом от дозируемой жидкости. Среди пневматических рекомендуется применять мембранные клапаны. Они просты по конструкции и сочетают в себе функции пневмопривода и запирающего элемента.

Крановые и золотниковые распределительные устройства имеют протечки между корпусом и запирающим элементом. Кроме того, их можно применять лишь для чистых сред. Иногда золотниковые устройства помещают внутри мерной емкости, что дает высокую точность.

Дозаторы с мерной емкостью широко применяются в дрожжевой промышленности. На Узловском дрожжевом заводе эксплуатируются дозаторы шведской фирмы *STA*. Дозаторы представляют собой емкость, в нижней части которой установлен трехходовой клапан с пневмоприводом, соединяющий дозатор со сборником мелассы и промежуточным сборником. В верхней части дозатора установлен запорный шарообразный клапан, который закрывается под действием дозируемой жидкости. Последний является слабым местом данного дозатора, так как в процессе работы шар становится эллипсоидом, что приводит либо к неполному заполнению дозатора, либо к утечкам дозируемой жидкости.

Дозаторы, установленные на Краматорском дрожжевом заводе, аналогичны по конструкции, с той разницей, что у них применен трехходовой клапан с электроприводом. Кроме того, в верхней части дозатора вместо запорного клапана установлена дыхательная трубка, увеличивающая надежность работы дозатора.

На Московском дрожжевом заводе также установлены дозаторы с мерной емкостью, работающие в амплитудно-импульсном режиме. Уровень измеряется пьезометрическим методом при помощи жидкостного V-образного манометра, одно колено которого выполнено в виде

ряда труб, снабженных подвижными электродами [70,71]. Аналогичную конструкцию имеют дозаторы, установленные на Воронежском дрожжевом заводе, однако здесь уровень измеряется при помощи поплавка, воздействующего на систему типа "сопло-заслонка".

Рассмотрим порядок расчета основных параметров дозаторов с мерной емкостью, работающих по частотно-импульсному принципу (рис. 2). Дозатор состоит из питающей емкости, уровень в которой

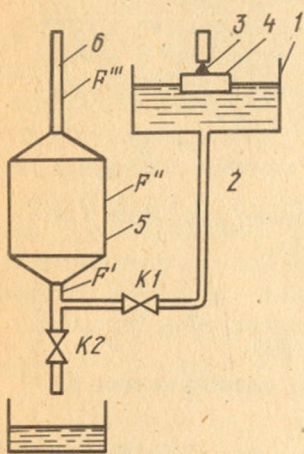


Рис. 2. Дозатор с мерной емкостью:
1 - емкость; 2 - трубопровод; 3 - клапан; 4 - поплавок; 5 - дозатор; 6 - дыхательная трубка; K_1, K_2 - клапаны

поддерживается при помощи клапана 3, связанного с поплавком, дозирующей емкости, связанной трубопроводом с питающей емкостью, и клапанов K_1 и K_2 . При открытом клапане K_1 дозатор заполняется. Затем клапан K_1 закрывается и открывается клапан K_2 , происходит слив дозы.

Для расчета дозатора задаемся точностью дозирования X и максимально допустимым временем отсутствия дозы T_0 зад. По кривой задания определяем максимальный Q_{max} и минимальный Q_{min} расходы и время t_n , в течение которого необходимо дозировать жидкость. Диапазон дозирования

$D = \frac{Q_{max}}{Q_{min}}$. Если $Q_{min} = 0$, то диапазон дозирования определяется по фор-

$$D = \frac{Q_{max}}{X \cdot Q_{min}} = \frac{100\%}{X}$$

Методика определения минимально допустимой частоты дозирования для заданной точности приведена выше. Определив частоту f_{min} , находим величину дозы $a = \frac{Q_{min}}{f_{min}}$, а также максимальную частоту

$$f_{max} = D \cdot f_{min} \text{ и периоды дозирования } T_{max} = \frac{1}{f_{min}};$$

$$T_{min} = \frac{1}{f_{max}}.$$

Для дальнейшего расчета дозатора рассмотрим подробнее период дозирования. Обычно управляющие устройства формируют прямоугольные импульсы переменной частоты, зависящей от задания. Эти импульсы подаются на клапан дозатора K_1, K_2 . Так как $T = Var$, то

и $T/2 = \nu a \tau$, т.е. длительность импульсов меняется в соответствии с заданием. Период дозирования состоит из времени выдачи дозы (τ) и времени отсутствия дозы (T_0). Время T_0 в свою очередь состоит из $\tau_{\text{нап.}}$ - времени наполнения дозатора, зависящего от его конструктивных особенностей; τ_4 - времени запаса при наполнении; τ_5 - времени запаса при сливе; τ_1, τ_6 - остаточного времени при сливе и наполнении, за счет которого происходит отработка заданного диапазона дозирования (для улучшения качества процесса дозирования τ_1 и τ_6 необходимо на высоких частотах исключить); $\tau_{\text{разд.}}$ - времени разделения (выбирается в зависимости от конструкции клапанов, при пневматической схеме управления - от запаздывания, в частности, от длины линии

$$\tau_4 + \tau_{\text{нап.}} = \tau_{\text{нап.}} \cdot K_{\text{нап.}}; \quad \tau_5 + \tau = \tau \cdot K_{\text{сл.}}$$

$K_{\text{сл.}}, K_{\text{нап.}}$ - коэффициенты запаса соответственно при сливе и наполнении (выбираются в диапазоне от 1,2 до 2).

Таким образом

$$T = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + \tau_6 + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau + \tau_5 + \tau_1.$$

Обычно управляющие устройства дают импульсы, делящие период на две равные части, при этом:

$$T/2 = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + \tau_6 + \tau_{\text{разд.}} = \tau + \tau_5 + \tau_1 + \tau_{\text{разд.}}$$

Время отсутствия дозы

$$T_0 = T - \tau = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + \tau_6 + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau_5 + \tau_1.$$

Оптимальными условиями для дозатора будут

$$\tau_1 = \tau_6; \quad \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 = \tau_1 + \tau_5,$$

т.е.

$$K_{\text{нап.}} \cdot \tau_{\text{нап.}} = K_{\text{сл.}} \cdot \tau_{\text{при}} \quad K_{\text{нап.}} = K_{\text{сл.}}; \quad \tau_{\text{нап.}} = \tau.$$

Время отсутствия дозы на частотах:

при $f = f_{\text{max}}$: $-\tau_1 = \tau_6 = 0; \quad T_{\text{min}} = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau + \tau_5;$

$$T_{0 \text{ min}} = T_{\text{min}} - \tau = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau_5;$$

при $f = f_{\text{min}}$ $-\tau_{1 \text{ max}} = \tau_{6 \text{ max}} = \frac{T_{\text{min}}(D-1)}{2};$

$$T_{\text{max}} = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + \tau_{6 \text{ max}} + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau + \tau_5 + \tau_{1 \text{ max}};$$

22 $T_{0 \text{ max}} = \tau_{\text{нап.}} + \tau_4 + \tau_{6 \text{ max}} + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau_5 + \tau_{1 \text{ max}}.$

Для улучшения качества дозирования уменьшить время отсутствия дозы можно лишь за счет времени τ_1 . При этом

$$\tau_{0 \max} = \tau_{\max} - \tau - \tau_{1 \max} = \frac{\tau_{\min} (D+1)}{2} - \tau = \tau_{\text{кан.}} + \tau_4 + \tau_6 \max + 2\tau_{\text{разд.}} + \tau_5.$$

Особенно эффективно это при больших диапазонах дозирования D .

При проектировании дозаторов необходимо также рассчитать размеры дозатора, выбрать сечения трубопроводов и клапанов. При дозировании происходят наполнение и слив дозатора. Обычно на практике существует некоторая заданная величина напора H , трубы и клапаны определенного диаметра. Поэтому необходимо проверить, чтобы время наполнения дозатора и время слива (выдачи дозы) не было больше рассчитанного из условий получения определенной частоты дозирования. При наполнении и опорожнении дозатор представляет собой сосуд переменного сечения, который можно разделить на три участка, каждый из которых имеет постоянное сечение.

При этом время наполнения

$$\tau_{\text{кан.}} = \frac{2}{\alpha_1 \cdot F_1 \cdot \sqrt{2g}} \left[F'(\sqrt{H} - \sqrt{h_2 - h_3}) + F''(\sqrt{h_2 + h_3} - \sqrt{h_3}) + F''' \cdot \sqrt{h_3} \right],$$

время опорожнения

$$\tau = \frac{2}{\alpha_2 \cdot F_2 \cdot \sqrt{2g}} \left[F'''(\sqrt{H} - \sqrt{h_1 + h_2}) + F''(\sqrt{h_1 + h_2} - \sqrt{h_1}) + F' \cdot \sqrt{h_1} \right],$$

где F_1 - площадь отверстия, через которое наполняется и опорожняется дозатор;

α_1, α_2 - коэффициенты расхода при наполнении и сливе, методика их определения изложена в литературе [72].

Если время заполнения или опорожнения дозатора окажется больше допустимого, то необходимо увеличить высоту напора либо увеличить диаметр подводящих трубопроводов. Если предъявляются более жесткие требования к времени отсутствия дозы τ_0 , то работу дозатора можно построить по другой схеме.

При этом часть периода во время наполнения остается постоянной, а часть периода с временем слива переменна, тогда:

$$\tau_{\min} = \tau_{\text{кан.}} + \tau_4 + \tau_{\text{разд.}} + \tau + \tau_5 + \tau_{\text{разд.}}$$

$$\tau_{\max} = \tau_{\text{кан.}} + \tau_4 + \tau_{\text{разд.}} + \tau + \tau_5 + \tau_{1 \max} + \tau_{\text{разд.}} = \tau_{\min} + \tau_{1 \max}.$$

Так как в таком режиме работы дозатора часть периода $\tau_{\text{нап.}} + \tau_{\text{ч}} + \tau_{\text{разг.}} = \text{const.}$, то для улучшения равномерности дозирования желательно ее уменьшить до минимума прежде всего за счет времени наполнения дозатора. При этом можно увеличить время выдачи дозы τ за счет сокращения времени наполнения.

Для данного случая можно сделать величину τ_0 постоянной $\tau_0 = \tau_{0 \text{ min}}$ путем растягивания времени выдачи дозы за счет $\tau_1 : \tau_0 = \tau_{\text{min}} - \tau$.

Так как при таком способе дозирования необходимо уменьшить время наполнения, то лучше сделать подвод питающей трубы в верхней части дозатора. Кроме того, сам дозатор лучше сделать низким и широким. При этом увеличится время выдачи дозы и уменьшится время наполнения дозатора. Однако надо учитывать, что при малой высоте дозатора и большой его ширине часть жидкости остается в дозаторе, особенно это характерно для вязких и липких жидкостей. Для увеличения времени выдачи дозы на низких частотах можно применить ряд мер:

перевести сливной клапан κ_2 в пульсирующий режим работы при выдаче дозы;

во время выдачи дозы постепенно отрывать сливной клапан;

установить после сливного клапана регулирующий клапан, степень открытия которого зависит от задания;

применить после дозатора сглаживающие фильтры.

Последние могут почти полностью сгладить пульсации, однако при этом ухудшаются динамические характеристики системы дозирования, увеличивается ее инерционность.

Управляющие устройства дозаторов с мерной емкостью. Главной задачей управляющего устройства является формирование прямоугольных импульсов определенной частоты и скважности. Управляющее устройство должно быть предельно простым и надежным в работе, кроме того, оно должно обеспечивать необходимую точность и иметь широкий диапазон изменения импульсов в соответствии с заданием.

Основным узлом управляющего устройства является генератор. Если нет жестких требований к точности, то можно применить простые управляющие устройства, например, релейные генераторы или командный электропневматический прибор КЭП. Так как требуемая частота генераторов не высока, то возможно применение механических генераторов. Их достоинством является высокая надежность и точ-

ность на низких частотах. Кроме того, они имеют линейную шкалу установки частот и могут формировать при помощи унифицированного прибора как электрические, так и пневматические импульсы. В таких генераторах использованы разрядные зубчатые или храповые вариаторы, работающие по принципу интегратора.

Если система дозирования работает по временной программе, то в качестве управляющих устройств можно применить лентопротяжные механизмы с записанной на ленте программой. Способы считывания и записи, а также типы лент могут быть различными. Можно выбить на ленте прорези и считывать с помощью контактных устройств, фотоэлементов или магнитных головок. На Узловском дрожжевом заводе установлено управляющее устройство с лентопротяжным механизмом. Программа набита в виде отверстий на стальной ленте (длина ленты 25 м, ширина 30 мм, толщина 0,16 мм). На одной ленте набито три ряда отверстий для управления тремя дозаторами. Считывание производится контактными роликами.

На Краматорском дрожжевом заводе управляющее дозаторами устройство также представляет собой лентопротяжный механизм, но программа набита в виде отверстий на киноленте шириной 35 мм. Считывание производится при помощи контактных роликов.

ВНИЭКИпродмашем разработано управляющее устройство в виде лентопротяжного механизма с бумажной лентой. Программа задается в виде отверстий, узел считывания — пневматический.

Если система дозирования собрана на пневматических элементах, то целесообразно применять пневматические управляющие устройства. Для этой цели применяются генераторы прямоугольных импульсов и широтноимпульсные модуляторы, управляемые давлением от задатчика [73,74]. В КТИШе разработана система дозирования, собранная на элементах электро- и пневмоавтоматики. Управляющее устройство (рис. 3) состоит из программного задатчика, давление задания от которого подается через байпасную панель на амплитудно-частотный преобразователь, который преобразует аналоговый пневматический сигнал в электрические импульсы переменной частоты. На выходе амплитудно-частотного преобразователя установлена релейная схема (рис. 4), которая состоит из счетно-импульсного реле РСИ, предназначенного для деления частоты АУП в диапазоне от 1 до 75, в зависимости от настройки и цепей для формирования импульса (реле P_1, P_2, P_3). Схема предусматривает регистрацию текущего

генератора. Устройство также предусматривает корректировку программы по величине задания. Для визуального контроля предусмотрена цифровая индикация усредненного расхода дозируемой жидкости в данный момент и количества выданных с начала процесса доз.

Устройство собрано в металлическом корпусе размером 300x250xх200 мм. Масса устройства - 5 кг.

Дозаторы дискретного действия способны дозировать практически любые жидкости в широком диапазоне расходов. Точность дозирования таких дозаторов, как правило, выше, чем у дозаторов непрерывного действия. Создавать давление могут только насосы-дозаторы, поэтому, если по условиям технологии необходимо дозировать жидкости и нагнетать их, то лучше применять для этого насосы-дозаторы. При дозировании одновременно нескольких жидкостей в заданном соотношении лучше применять дозирочные агрегаты, а если не требуется создавать давление - то ковшовые или крановые дозаторы, работающие от общего привода.

х х

х

При выращивании хлебопекарных дрожжей приходится сталкиваться с такими задачами дозирования:

программное дозирование растворов солей и мелассы;

дозирование серной кислоты и аммиачной воды для выравнивания величины pH, а также дозирование олеиновой кислоты для пеногашения;

Исходя из рассмотренных выше различных конструкций дозаторов для программного дозирования растворов солей и мелассы, если одновременно с дозированием требуется нагнетание, можно рекомендовать применение насосов-дозаторов или дозирочного агрегата, в котором каждый насос снабжен индивидуальным регулятором хода рабочего органа.

Однако часто на дрожжевых заводах отделения приготовления растворов солей и мелассы размещены таким образом, что дозируемая жидкость подается самотеком. При этом для дозирования растворов мелассы и солей целесообразно применить объемные дозаторы с мерной емкостью. Они просты по конструкции и надежны в эксплуатации. Можно также применить более сложные и дорогие, однако обладающие более высокой точностью весовые дозаторы, при этом целесообразно

применить бункерные дозаторы с последовательным взвешиванием. Такие дозаторы выпускает Киевский завод порционных автоматов.

Для дозирования аммиачной воды и олеиновой кислоты можно применить клапанные дозаторы, работающие во время-импульсном режиме. Серную кислоту целесообразнее дозировать при помощи эрлифтного дозатора, так как при этом на трубопроводе серной кислоты не требуется установки регулирующей арматуры.