

Опытнo-промышленный программно-аппаратный комплекс для производства безглянцевых поликристаллических драже сахарозы

УДК 66-933.6

Виктор Ломако,

директор Научно-производственного общества с ограниченной ответственностью «ОМНИТЕЛ», доктор физико-математических наук, профессор

Александр Ломако,

заместитель директора НП ООО «ОМНИТЕЛ»

Татьяна Почкаева,

экономист ООО «Когнитивные биотехнологии»

Андрей Почкаев,

директор ООО «Когнитивные биотехнологии»

Драже из сахарозы используется для производства лекарственных средств, витаминных комплексов и биологически активных добавок, а также кондитерских изделий с добавлением различных вкусовых и ароматических ингредиентов. При выпуске широкой номенклатуры подобной продукции требуется оперативная переналадка технологического оборудования под поставленную задачу. В этих целях был разработан аппаратно-программный опытнo-промышленный комплекс для изготовления безглянцевых поликристаллических драже сахарозы различного сортамента, оперативное автоматическое управление которым обеспечивается специализированными технологическими программами из библиотеки для персонального компьютера.

Этот продукт производится в дражеро-вочных машинах из затравочных кристаллов и накатываемых поверх них поликристаллических покрытий, формируемых из пудры сахарозы (формовочная масса) и поливочного сиропа (жидкой фракции).

Продолжительность и технологические режимы изготовления драже зависят от требуемого размера, что влечет за собой необходимость создания технологических карт процесса для каждого их вида и внедрения современных автоматизированных установок, позволяющих обеспечить высокий процент выхода

готовой продукции заданного сортамента. Требуется также разное количество циклов нанесения как поливочного сиропа установленной концентрации и температуры, так и формовочной массы при определенной скорости вращения барабана, температуры его корпуса, а также скорости и температуры нагнетаемого в него воздушного потока.

Функциональная схема разработанного и построенного программно-аппаратного комплекса (ПАК) для производства поликристаллических драже по заданной технологической карте представлена на *рис. 1*.

Он состоит из технологического оборудования, персональ-

ного компьютера 9 оператора (ПКО) с исполнительной программой «Рабочее место оператора» и персонального компьютера 8 технолога (ПКТ) с программой «Рабочее место технолога» (операционная система Windows-11). Управление комплексом осуществляется из ПКО по каналу связи RS-485 и протоколу Modbus RTU. Обмен информацией между ПКТ и ПКО ведется по сети Ethernet.

Процесс накатки производится в открытом вращающемся барабане диаметром 800 мм дражеро-вочной машины 1 типа ДР-51. Скорость его вращения определяется частотой выходного напряжения инвертора с векторным управлением 11 Canroon CV900G,

питающего электродвигатель дражировочной машины, которая задается управляющей программой компьютера оператора. Температура барабана поддерживается на заданном уровне электрокалорифером 12 ЭК-1, температура его воздушного потока – электронным стабилизатором 13 ТРМ251 с точностью $\pm 0,1$ °С путем подачи управляющего напряжения на твердотельное реле, включенное в цепь питания ТЭНов электрокалорифера. Текущая температура барабана измеряется электронным термометром 10 с батарейным питанием, закрепленным на его внешней поверхности, и ее значение передается по WiFi радиоканалу в компьютер оператора, что обеспечивает непрерывный контроль и регистрацию в протоколе осуществляемого техпроцесса.

Поливочный сироп заливается в термостат 5 Sprayer GSS-13 и порционно подается перистальтическим насосом 6 iPump2S+YZ15A в форсунку 7. Одновременно от компрессора 2 с ресивером Remeza СБ4/С-24.OLD10 через фильтр тонкой очистки с регулятором давления 3 ECO AU-05-14 и воздушный клапан с электронным управлением 4 в форсунку поступает сжатый воздух. Затем воздушно-капельная смесь направляется в барабан для орошения затравочных кристаллов. При необходимости подачи сиропа без распыления воздушная магистраль программно отключается.

На следующем этапе в барабан подается сухая формовочная масса шнековым дозатором 14 ДШ-50. Ее количество и скорость процесса устанавливаются программно режимом работы электродвигателя дозатора от частотного преобразователя 15 Sanroon CV800.

Все устройства установки объединены в локальную сеть с компьютером оператора. В его обязанности входит подготовка комплекса к работе и его контроль в процессе. Режимы функционирования оборудования задаются технологом на своем компьютере и по сети отправляются в ПКО.

Применение частотных преобразователей для питания электроприводов агрегатов позволяет организовать удобное управление ими (пуск, остановка, изменение скорости вращения) по соответствующему каналу.

Необходимые для выпуска требуемой продукции режимы содержатся в технологических картах (ТК), которые составляются технологом и хранятся на ПКТ, так же, как и графики работ (ГР) операторов с указанием времени их начала и характера (согласно ТК). К началу трудовой смены ГР по

локальной сети загружается из компьютера технолога на компьютер оператора. Каждый оператор проходит авторизацию на ПКО, после чего ему становится доступным его график и объем работ.

При запуске технологического процесса, согласно заданной ТК, оператор проводит загрузку сырья по утвержденному технологическому чек-листу и начинает процедуру проверки готовности комплекса к работе. Проверка связи ПКО с каждой единицей оборудования выполняется автоматически из управляющей программы без участия оператора. Только после успешных проверок и подтверждения готовности он получает возможность запустить технологический процесс, а результаты прохождения чек-листа вместе с номером ТК, фамилией оператора, датой и временем начала работ автоматически

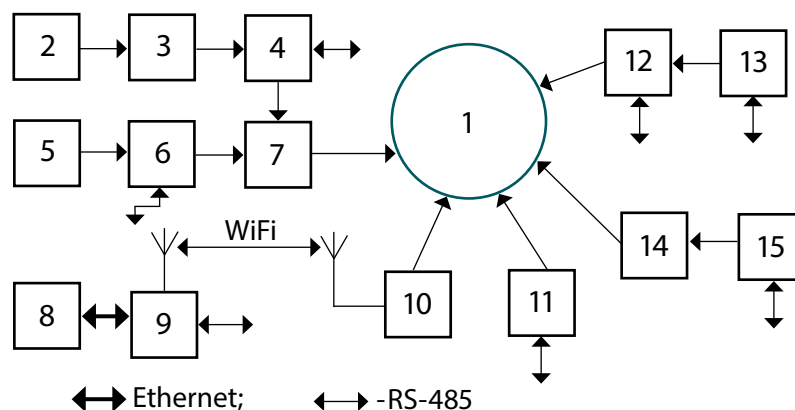


Рис. 1. Функциональная схема ПАК

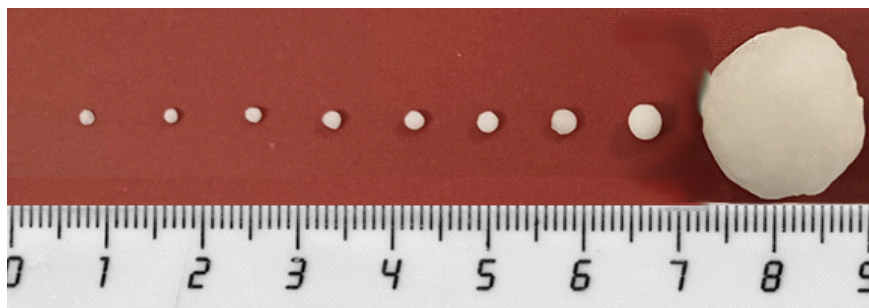


Рис. 2. Образцы выращенных поликристаллических драже сахарозы

заносятся в электронный протокол их выполнения (ПВР) по заданной ТК.

В процессе производства исполнительная программа ПКО отправляет команды управления технологическому оборудованию. В ПВР фиксируется название команды, время ее передачи, выполнения и результат. В протоколе также регулярно фиксируются значения температуры барабана и воздуха его обдува. При необходимости на экран ПКО выводится диалоговое окно с требованием выполнения оператором какой-либо задачи (задания, действия) с одновременным проигрыванием звукового сообщения. После ее осуществления необходимо нажать кнопку подтверждения в указанном окне. Момент подтверждения данной операции фиксируется в протоколе как время исполнения поставленной задачи. На

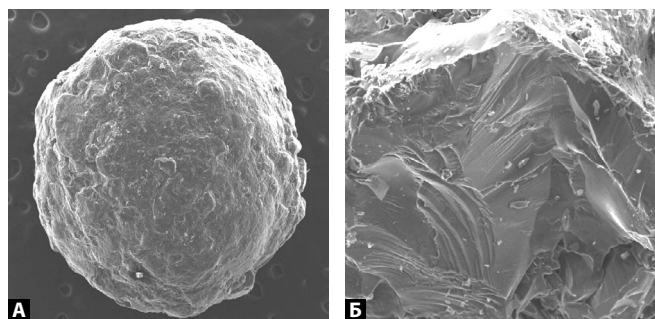


Рис. 3. Увеличение 60х (А) и 500х (Б)

экране ПКО отражаются этапы прохождения работы по ТК. Информация по сети Ethernet поступает на ПКТ и выводится на дисплей. Таким образом, технолог имеет актуальные сведения о ходе техпроцесса. По завершении производственного цикла ПВР автоматически передается по сети из ПКО в ПКТ и, следовательно, оператор лишен возможности его модифицировать.

Разработанный ПАК смонтирован в отдельном помещении

с климат-контролем за исключением компрессора 2, который размещен обособленно, в изолированном пространстве. Для поддержания высокой чистоты воздуха на производственной площадке применена система подачи наружного воздуха через воздушные фильтры. Возникающее незначительное превышение давления воздуха внутри помещения относительно наружного исключает его подсос извне. Пол и стены производственной зоны окрашены электропроводящей краской для предотвращения возникновения электростатических зарядов. Компьютер технолога вынесен за пределы данной зоны в отдельное помещение.

Исследование драже при помощи электронного микроскопа подтвердило их поликристаллическую структуру (рис. 3).

В процессе опытной эксплуатации были разработаны технологические карты изготовления поликристаллических драже с диаметром от 1 до 8,6 мм (рис. 2, таблица), что позволяет стабильно получать за один производственный цикл до 70 кг готовой продукции при 90% выхода годных по размеру драже.

В целом продемонстрирована устойчивая работа спроектированного и построенного программно-аппаратного комплекса и оборудования, подтвердившая правильность выбранного решения. ■

№ драже	Количество драже в 1 г, шт.	Средний диаметр драже, мм	Средняя масса одного драже, г.	Технологическая карта
1	652	1,0–1,1	0,00153	СПК1
2	372	1,2–1,4	0,00269	СПК2
3	248	1,5–1,7	0,00403	СПК3
4	216	1,8–1,9	0,00463	СПК4
5	172	2,0–2,1	0,00581	СПК5
6	88	2,2–2,4	0,0114	СПК6
7	67	2,5–2,8	0,015	СПК7
8	42	3,0–3,2	0,024	СПК8
9	30	3,4–3,5	0,033	СПК9
10	25	3,7–3,9	0,04	СПК10
11	18	4,1–4,5	0,055	СПК11
12	10	5,0–5,5	0,1	СПК12
13	5	6,3–6,5	0,2	СПК13
14	3	7,4–7,8	0,33	СПК14
15	2	8,5–8,7	0,5	СПК15

Таблица. Перечень специальных производственных карт изготовленных поликристаллических драже