



ENSURING SAFE DRYING OF COTTON POWDER CELLULOSE (CPC)

Yunusov B. Kh.

Ph.D., Associate Professor, TSTU Head of the Department,

Tashkent State Technical University

baxtiyor57@inbox.ru, +998909753248,

Annotation

On the basis of studies of the drying of powdered cotton cellulose (PCC) in the apparatus and the study of the properties of the material, design changes for standard devices have been proposed. This, in turn, allowed to intensify the drying process of the material and ensure the safety of production processes. In calculating the drying unit, the properties of PCC were studied and a safe drying apparatus for high humidity, viscosity, explosive and flammable materials was developed.

Аннотация

На основе исследований сушки ХПЦ в сушильном аппарате и изучение свойства материала, предложены конструктивные изменения типовых аппаратов, позволяющие интенсифицировать процесс сушки материала и обеспечении безопасности производственных процессов. Изучены свойства ХПЦ как объекта технологической обработки и сушки, знание которых необходимо при расчетах сушильных агрегатов. На основе исследований разработан сушильный аппарат, применительно к высоковлажным, склонным к слипанию, комкообразующим, взрыво-пожароопасным материалам.

Аннотация

Кукунсимон пахта целлюлозасини (КПЦ) аппаратда қуритиш ва материалнинг хусусиятларини ўрганиш тадқиқотлари асосида стандарт қурилмалар учун конструктив ўзгаришлар таклиф этилди. Бу эса, ўз навбатида материални қуритиш жараёнини интенсивлаштириш ва ишлаб чиқариш жараёнларининг хавфсизлигини таъминлашга имкон берди. Қуритиш агрегатини ҳисоблашда, КПЦ хусусиятларини ўрганиб чиқиб, юқори намлик, ёпишқоқлик, портловчи ва ёнувчи хусусиятли материаллар учун хавфсиз қуритиш аппаратини ишлаб чиқилди.

Введение. Технология производства порошковой целлюлозы и ее свойства. Целлюлоза содержится во многих растительных материалах. Однако она никогда не находится в них в чистом виде. Из большого числа растительных материалов,



нашедших применение в химической промышленности, наибольшим содержанием целлюлозы характеризуется хлопковый линт. Получение целлюлозы из коротковолокнистого линта намного легче, чем из древесины, так как в линте ее содержится до 96 %, а в древесине - только 50 % [1].

Внедрение в производство усовершенствованных машин позволит получать ежегодно дополнительно до 200 тыс. т. коротковолокнистого линта, из которых 40-60 тыс. т. составит линт 3-го и 4-го сортов. Линт 1-го и 2-го сортов используется в химической промышленности для получения хлопковой целлюлозы различного назначения, линт низких сортов пока не нашел применения в промышленности.

Методы и достижения. Рациональное использование коротковолокнистых отходов линта находится в центре внимания исследователей. Имея в своем составе 79-95 % целлюлозы, хлопковый линт низкого сорта представляет определенный интерес для химической промышленности. Однако из-за большой загрязненности и низкой зрелости применение его в виде целлюлозного сырья для химической переработки ограничено. Поэтому эти виды сырья можно эффективно использовать для получения других технических продуктов, крайне ценных для народного хозяйства, например, хроматографической и порошковой целлюлозы, которая применяется для покрытия электросварочных электродов.

В основном порошковая целлюлоза используется для электродов с органическим покрытием марки ОМА-2 как газообразующий компонент. В состав покрытий входит до 47 % органических веществ (крахмал, пищевая мука, оксигеллюлоза). Электроды с таким покрытием малотоксичные и имеют малое разбрызгивание металла. Порошковая целлюлоза может заменить используемые для этих целей пищевые продукты - крахмал, декстрин, муку [2].

Кроме того, порошковая целлюлоза находит применение в качестве наполнителей пластмасс, кожеподобных резин, а также для приготовления косметических и фармацевтических препаратов. Порошкообразная целлюлоза входит в состав катализаторов для получения разнообразных эфиров целлюлозы, которые используются в лакокрасочной и других отраслях промышленности [3].

Порошковую целлюлозу получают различными способами. Основной метод получения порошковой целлюлозы базируется на химической деструкции с последующим разрушением морфологической структуры.

Технология получения порошковой целлюлозы из низкого сорта хлопкового линта разработана в лаборатории технологии целлюлозы при НИИХТЦ.

Главная причина недостаточного производства порошковой целлюлозы состоит в слабой изученности отдельных технологических процессов при ее



производстве. Одним из них является операция сушки и измельчения, так как независимо от метода получения порошковой целлюлозы ее частицам свойственно слипание и образование комков, которые необходимо подвергнуть измельчению. При этом процесс сушки целесообразно рассматривать в совокупности с другими технологическими обработками материала и учитывать их взаимное влияние. Это позволит не только интенсифицировать и усовершенствовать процесс сушки, но и рекомендовать целесообразную технологию других процессов переработки, повышая тем самым их технико-экономические показатели и улучшая качество конечного продукта.

Поэтому для одного и того же материала может быть выбрано несколько типов сушильных аппаратов в зависимости от условий и конечных целей производства. Исходя из свойств порошковой целлюлозы как объекта сушки можно предложить метод ее сушки при соблюдении достаточно высокой степени активности гидродинамической обстановки в сушильном аппарате и достаточном времени пребывания в нем материала.

В технологическом процессе получения хлопковой порошкообразной целлюлозы (ХПЦ) важное место занимает процесс сушки. Выбор аппарата для сушки данного материала зависит от его свойств [4].

Микроскопическое исследование структурно-механических свойств ХПЦ показало, что ее частицы представляют собой спиралеобразное, элементарное волокно с размерами 200 мкм, легко образующее агрегаты (комки), которые в процессе сушки должны измельчаться. Кроме микроскопического исследования, были проведены термографический, адсорбционный анализы. На основе комплексного анализа всех характеристик ХПЦ отнесли ее к материалам II группы 3 подгруппы по классификации Д. Н. Мухиддинова [5], для которых рекомендуется комбинированная аэрофонтанная сушилка (КАС).

При производстве ХПЦ в промышленности к его дисперсности предъявляются специальные требования, в связи с чем процесс сушки был совмещен с измельчением материала. Интенсификацию процесса достигли в результате обновления и активизации поверхности испарения за счет измельчения ХПЦ. Однако время пребывания частиц материала в аппарате недостаточно для достижения требуемой конечной влажности порошковой целлюлозы. Поэтому для осуществления процессов сушки и измельчения ХПЦ в аэрофонтанном сушильном аппарате использованы закрученный поток газозвеси и инертные насадки. Применение завихрителя в патрубке подвода теплоносителя позволяет увеличить удерживающую способность и уменьшить гидравлическое



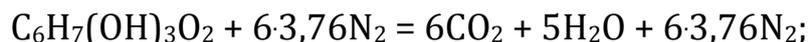
сопротивление слоя, что предотвращает образование каналов и застойных зон в камере аппарата.

Отличительная особенность такого аппарата состоит в том, что агент сушки с большой скоростью можно вводить в сушильную камеру, где создаётся закрученный поток; в нем значительно интенсифицируется конвективный теплообмен, при интенсификации которого особая роль принадлежит центробежным силам, обеспечивающим не только активное перемешивание, но и хорошее измельчение. При этом степень закрутки теплоносителя имеет большое значение для высоковлажных материалов, налипающих на стенки аппарата. Роль инертных тел заключается в «перемалывании» частиц материала и в предотвращении образования комков, прилипания частиц к стенке аппарата, обеспечивая подвижность слоя.

Выводы и рекомендации. Таким образом, гидродинамический режим аэрофонтанного сушильного аппарата конической формы с закрученным потоком газозвеси с инертной насадкой для сушки с одновременным измельчением ХПЦ полностью соответствует требуемому свойству материала как объект сушки.

Во время сушки ХПЦ, вредными веществами являются пыль порошковой целлюлозы. Порошковая целлюлоза является горючим и взрывоопасным веществом. Температура воспламенения 210 °С. Нижний предел взрывоопасности 50 г/м³ в воздухе. Пыль ХПЦ вредно действует на организм. Основы вредности: содержание в пыли (SiO₂), (CaO), (Fe₂O₃). Предельно-допустимая концентрация пыли в воздухе 6 мг/м³ (СН 246-63). Технологическое наименование продукта – электродная целлюлоза. Эмпирическая формула - (C₆H₁₀O₅)_n.

Вычислим температуру и давление при взрыве хлопковой порошковой целлюлозы. Начальная температура смеси +20 °С. Начальная давление смеси 760 мм.рт.ст. Напишем термохимическое уравнение реакции горения порошкообразной целлюлозы в воздухе[3]:



Величину Q_r, равную 4200 : 6,173 = 680,38 ккал/моль. Вычисление температуры взрыва производится, исходя из предположения, что взрыв является адиабатным процессом, протекающим при постоянном объеме. Тепло, выделяемое при взрыве, расходуется только на нагревание продуктов взрыва, исходя из этого предположения, температуру взрыва можно вычислить по формуле:

$$Q_v = C_v \cdot T_v. \quad (1)$$



Где: (C_v) – средняя теплоёмкость продуктов взрыва в интервале от (0) до T °K при $(v = \text{const})$; (T_v) – искомая температура взрыва, (°K); Q_v – теплота взрыва, (ккал/моль).

Учитывая, что (T_v) – неизвестна, а (C_v) зависит от температуры, температура взрыва вычисляется по способу сравнения между собой значений внутренней энергии продуктов взрыва (горения) с одной стороны и теплоты взрыва (горения) исходных веществ – с другой стороны. Теплота, выделяющаяся в момент взрыва, содержится в продуктах взрыва и равняется увеличению их внутренней энергии. Согласно этому положению можно записать:

$$Q_v = Q_{\Gamma} + Q_{\text{в.э.}} = \sum m_i \Delta E_{\text{т.взр.}}; \quad (2)$$

Где: Q_{Γ} – теплота горения одного моля исходного вещества, приведенная к температуре (T_i) , [ккал/моль]; $Q_{\text{в.э.}}$ – значение внутренней энергии исходной смеси при температуре (T_i) , [ккал/моль]; m_i – число молей i -го компонента в продуктах взрыва (горения); $\Delta E_{\text{т.взр.}}$ – значение внутренней энергии продуктов взрыва при температуре, $[T_{\text{взр.}}^{\circ}\text{K}]$.

Внутренняя энергия $(Q_{\text{в.э.}})$ смеси подсчитывается по формуле:

$$Q_{\text{в.э.}} = n_1 C_{v1} T_1 + n_2 C_{v2} T_1 + \dots + n_i C_{vi} T_1; \quad (3)$$

Где: n_i – число молей каждого компонента, входящего в состав исходной смеси; C_{vi} – средние теплоёмкости каждого компонента смеси при температуре $(T$ °K), $(T_1 = 293$ °K); $C_{v(\text{цел.})} = 44,152$ [кал/моль.грд.]; $C_{v(O_2)} = 5,006$ [кал/моль.грд.]; $C_{v(v_2)} = 4,268$ [кал/моль.грд.]; так и:

$$Q_{\text{в.э.}} = 12936,536 + 8800,548 + 32838,877 = 54575,961 \text{ [кал.]} = 54,576 \text{ [ккал.]}$$

Определяем по формуле (2) теплоту взрыва смеси:

$$Q_v = Q_{\Gamma} + Q_{\text{в.э.}} = 680,38 + 54,576 = 734,956 \text{ [ккал.]}$$

Вычисляем внутреннюю энергию продуктов взрыва для предварительно заданной величины температуры взрыва. Взрыв является адиабатным процессом, поэтому:

$$\Delta E = 6 \int_0^T (C'_{v1}) dT + 5 \int_0^T (C'_{v2}) dT + 6,3,76 \int_0^T (C'_{v3}) dT; \quad (4)$$

Где: C'_{v1} , C'_{v2} , C'_{v3} – количество продуктов взрыва (углекислого, воды, азота), [моль.] Предварительную теплоту взрыва $(Q_{\text{взр.}})$, устанавливаем по ориентировочной величине внутренней энергии газов (продуктов взрыва), получаемой делением (Q_v) на сумму продуктов взрыва;

$$Q_{\text{взр.}} = Q_v / C'_{vi} = 734956 / 25,46 = 28867 \text{ [кал /моль.]} = 28,867 \text{ [ккал /моль.]}$$

Это величина находится в пределах $(2000-3400)$ °K. Принимаем $T_1=2800$ °K. Среднее величины C'_{v1} , C'_{v2} , C'_{v3} находится по давлению внутренней энергии, на величину принятой температуры. Например, для углекислого газа:



$$C'_{v1} = Q_{\text{взр}} / T_1 = 28867 / 2800 = 10,31 \text{ [кал /моль.гр]};$$

$$C'_{v2} = 8,57 \text{ [кал /моль.гр]};$$

$$C'_{v3} = 6,04 \text{ [кал /моль.гр]}.$$

Таким образом находят средние величины для воды и азота. Подставляя значения C'_{v1} , C'_{v2} , C'_{v3} в формуле (4) получим:

$$E_1 = 6 \cdot 10,85 \cdot 2800 + 5 \cdot 8,57 \cdot 2800 + 6 \cdot 3,76 \cdot 6,04 \cdot 2800 = 683788 \text{ [кал]}.$$

Таким образом ($T=3000$ °К) и подсчитываем ($E_2=740941$ кал.)

Линейной интерполяцией находим температуру взрыва:

$$T_{\text{взр.}} = 2800 + [(734956 - 683788) / (740941 - 683788)] \cdot 200 = 2979 \text{ °К}.$$

Вычисляем давление, создаваемое при взрыве. Расчет ведем по формуле [3]:

$$P_{\text{взр.}} = (P_0 T_{\text{взр.}} / T_0) (m / n); \quad (5)$$

$$P_{\text{взр.}} = 11,54 \text{ [атм]}.$$

Таким образом учитывая давление взрыва рассчитанные выше в конструкции аппарата установлена противовзрывной клапан, который, в случае взрыва пропускает создаваемое давление.

Л и т е р а т у р а :

1. Б. Х. Юнусов, М. Б. Арипходжаева, М. Т. Абдирова, У. Э. Сувонова. "Сушка и дезагрегация высоковлажных комкующихся материалов в аэрофонтанном сушильном аппарате". «Қайта тикланувчи энергетиканинг замонавий муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, 18-19 май, 2018, б. 553-556.
2. Б. Х. Юнусов, А. А. Мукольянц, Ш. Б. Юнусов. «Расчёт температуры и давления взрыва хлопковой порошкообразной целлюлозы (ХПЦ), при сушке в аэрофонтанном сушильном аппарате». Международная научно-техническая конференция «Современное состояние и перспективы развития энергетики», 2011, 15–16 декабря, ст.50-53
3. В. С. Саушев, П. П. Шеглов. «Примеры и задачи по специальной химии». Москва – 1971, ст. 55.
4. Л. Г. Голубев, Б. С. Сажин, Е. Р. Валашек. Сушка в химико-фармацевтической промышленности. –М.: Медицина, 1978, с. 271.
5. Д. Н. Мухиддинов, Б. Х. Юнусов, А. И. Юфа, А. В. Улубабян, А. Ш. Шаисламов. «Сушка порошкообразной целлюлозы в аппарате с фонтанирующим закрученным потоком теплоносителя в присутствии инертного материала». - Хим.пром., 1984, № 5, с.307-308.