

потоков от стенок.

В рассмотренной камере овального сечения намного меньше застойных зон, хотя и наблюдается некоторое замедление движения вдоль стенок. Эпюры скорости свидетельствуют о равномерном характере движения и, как следствие – равномерном распределении скорости по сечению в предматричной области, значение которой составляет 0,035 м/с.

Течение дрожжевого теста в формирующих каналах и на выходе из канала имеет свои особенности, которые определяются неньютоновскими свойствами двухфазной жидкости и будут рассмотрены позже.

Заключение

Математическая модель процесса течения дрожжевого теста в бродильной камере позволила детально исследовать процессы, происходящие в тестовой камере бродильно-формирующего агрегата, зависимость характера течения от конфигурации рабочей камеры, предоставить реальные рекомендации по оптимизации конструкции, подбора обоснованной формы рабочей камеры при проектировании бродильно-формирующего агрегата.

Литература

1. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник. В двух частях. // Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, А.П. ГОТЛИНСКАЯ, В.А. ЛЕЩЕНКО; под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – 632 с.
2. Yu. Telichkun, V. Telichkun, V. Taran, O. Gubenia, M. Desik. The research of the gas-filled dough rheological characteristics / EcoAgroTourism. – 2010. – N1. – P. 67-71.
3. Теличкун Ю. Исследование реологических характеристик дрожжевого теста / Ю. Теличкун, В. Теличкун, В. Таран, Н. Десик. // Научни трудове на УХТ, том 57, свитък 2. – Пловдив – 2010. – С. 645-650.

УДК 631.362.6

СТРУЙНАЯ ОЧИСТКА ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ПОВЕРХНОСТИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Короткин В.М., к.т.н., доц. (БГАТУ)

Введение

Анализ гидромеханической очистки корней и клубней в применяемых моечных машинах и устройствах указывает на необходимость выделения следующих принципов очистки:

- простое перетирание продукта в ванне с водой;
- перетирание и одновременное орошение продукта водой;
- активное трение воды о поверхность продукта.

При длительном перетирании корней и клубней в ванне с водой качество очистки существенно улучшается, однако снижается производительность и повышается энергоемкость процесса. Сочетание механических приемов и одновременного орошения водой позволяет получать продукт требуемого качества при сравнительно невысоких затратах энергии и времени обработки. Гидроразмывные устройства способны обеспечить 100%-ное отделение загрязнений, однако они мало изучены и требуют значительных энергозатрат.

Таким образом, дальнейшее развитие конструкций моечных машин для корнеклубнеплодов возможно на основе использования второго и третьего принципов. Это позволит значительно интенсифицировать удаление связанной почвы и добиться получения продукта требуемого качества.

Вследствие этого считается наиболее целесообразным применение

гидродинамического действия затопленной струи с одновременным перемещением продукта внутри рабочего органа. Конструкция устройства в таком случае наиболее проста и компактна, а эффект от мойки достигается высокий. При этом способе увеличивается динамическое усилие и улучшаются условия контакта моющей среды с удаляемыми загрязнениями. Также появляется возможность качественнее очищать труднодоступные участки различного рода: углубления, гнили, места с сильно развитой корневой системой. Корнеплод в зоне активной мойки перемещается по сложной траектории, при этом одни и те же точки его поверхности подвергаются воздействию струй с разных направлений. Сама струя помимо этого вызывает возбуждение моющей среды.

Сочетание и использование названных особенностей в конструкции рабочего органа позволяет существенно активизировать процесс мойки и добиться получения желаемого качества обрабатываемого продукта.

Основная часть

Многочисленные исследования показали [1, 2], что при встрече напорной струи с поверхностью грунта наблюдаются сложные явления, в результате которых грунт разрушается. Накопленные данные позволяют представить следующую общую физическую картину этого явления:

действующая на грунт струя несколько пульсирует и поэтому давление непостоянно;
под воздействием такой струи на поверхность грунта вода интенсивно проникает в его поры и вызывает разрушение;

при встрече с поверхностью грунта струя растекается и вначале уносятся (смываются) элементарные дисперсные частицы (агрегаты, отдельности), связь которых с основным массивом грунта нарушена. Этот процесс приостанавливается после образования шероховатой поверхности, определяемой формой более крупных и водоустойчивых структурных отдельностей.

В дальнейшем при увеличении скорости потока начинается подмыв тыльной стороны агрегата, вызывающий увеличение лобового и подъемного усилий. Увеличивающиеся пульсирующие лобовое и подъемное усилия потока повышают вибрацию и динамическое усилие на выступ (агрегат). В результате этого в связи между агрегатами постепенно разрушаются, и, наконец, когда равнодействующая «активных» сил превышает равнодействующую «пассивных» (сил сцепления между агрегатами и массы агрегата), агрегат мгновенно срывается.

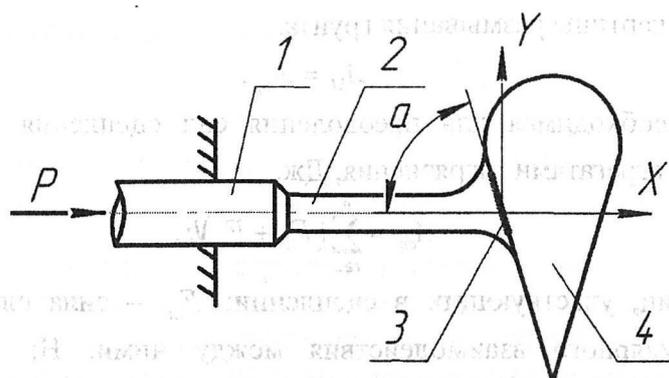
Интенсивность развития этого процесса зависит от водостойкости и водно-коллоидных и цементационных связей, водостойкости самих агрегатов и материалов, заполняющих межагрегатные поры, а также от числа микро- и макротрещин. Проникая в трещины и поры, вода вызывает образование так называемого расклинивающего давления. В случае глинистых грунтов основное разрушающее воздействие оказывают гидродинамическое давление струи и ее размывающая способность при растекании. Для песчаных грунтов больше влияет проникновение воды в поры грунта.

Рассмотрим общий случай воздействия затопленной струи на корнеплод произвольной формы (см. рисунок 1). Для упрощения рассмотрим явления в одной плоскости, приняв, что струя вблизи преграды имеет правильную цилиндрическую форму, а сила воздействия (удара) совпадает с осью струи, в пределах которой давление действует на преграду. При этом зона действия нормальных напряжений по своим размерам значительно меньше поверхности корнеплода, а последняя представляет собой плоскую преграду.

Очистка поверхности корнеплода от почвенных загрязнений связана прежде всего с затратой кинетической энергии E_K струи, направленной на выполнение работы по разрушению этих загрязнений (преодоление прочностных, когезионных сил) и на удаление их с поверхности (преодоление удерживающих, адгезионных сил). Математически это можно записать таким образом:

$$E_K > A_0, \quad (1)$$

где A_0 – работа, затрачиваемая на преодоление когезионных и адгезионных сил, Дж.



1 – насадка; 2 – струя; 3 – загрязнение; 4 – корнеплод; α – угол наклона струи, град;
 p – гидродинамическое давление, МПа.

Рисунок 1 – Схема воздействия струи на очищаемую поверхность корнеплода

Представим зависимость (1) в виде равенства, введя в правую часть гидродинамический коэффициент k_p размывания, характеризующий действие напорной струи в зоне нормальных напряжений:

$$E_K = k_p A_0. \quad (2)$$

Кинетическая энергия струи [3] в момент размывания

$$E_K = mv_l^2 / 2,$$

где m – масса жидкости струи, затраченной на размывание слоя загрязнения, кг;

v_l – скорость струи на расстоянии l от насадка, м/с.

Масса жидкости

$$m = q_c t_p,$$

где q_c – расход жидкости через насадок при постоянном давлении, кг/с; t_p – время размывания загрязнения, с.

Скорость струи в момент размывания

$$v_l = \frac{0,96}{a(l/R_0) + 0,29} v_0,$$

где a – коэффициент структуры струи; l – расстояние от насадка до объекта исследования, м; R_0 – радиус отверстия насадка, м; v_0 – скорость струи на оси начального участка, м/с,

$$v_0 = \varphi \sqrt{2gH},$$

φ – коэффициент скорости; H – напор жидкости перед насадком, м вод. ст.

Так как

$$H = 10^3 p / g,$$

$$\text{то } v_0 = 10\varphi \sqrt{20p},$$

где p – давление жидкости перед насадком, определяемое по показаниям манометра, МПа.

Работа A_0 складывается из работы $A_{фх}$, совершаемой очищающей средой благодаря физико-химической активности, и работы A_M , связанной с механическим воздействием струи на загрязнение [4] и его связи с поверхностью корнеплода:

$$A_0 = A_{фх} + A_M.$$

В нашем случае физико-химическая активность мощней среды практически не

проявляется, поэтому можно принять $A_{\phi x} = 0$. Тогда $A_0 = A_M$.

Исходя из общей картины размывания грунта,

$$A_M = A_{cy},$$

где A_{cy} – работа, необходимая для преодоления сил сцепления и межмолекулярного взаимодействия между агрегатами загрязнения, Дж.

$$A_{cy} = \sum_{i \geq 2}^n (F_{cy} + F_M) h,$$

где n – число частиц, участвующих в сцеплении; F_{cy} – сила слипания двух частиц; F_M – сила межмолекулярного взаимодействия между ними, Н; h – толщина слоя загрязнения, м.

Для сферических частиц разных диаметров [5]

$$F_{cy} = 2\pi \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2} \sigma,$$

где d_1, d_2 – диаметры двух взаимодействующих шаровидных частиц, м; σ – поверхностное натяжение воды, Н/м.

Для частиц одного размера

$$F_{cy} = \pi d_1 \sigma,$$

Если допустить, что весь объем V слоя загрязнения состоит из отдельных, связанных между собой объемов, занимаемых частицами i -й (одинаковой) дисперсности, т.е.

$$\sum_{i=1}^k V = V_{D_1} + V_{D_2} + \dots + V_{D_k},$$

где V_{D_1}, \dots, V_{D_k} – объем, занимаемый частицами i -й дисперсности, m^3 ; k – число объемов, то суммарная сила

$$\sum_{i=1}^k F_{cy} = F_1 + F_2 + \dots + F_k,$$

где F_1, \dots, F_k – сила, проявляемая между частицами в слое загрязнения, Н.

Число частиц, участвующих в сцеплении, для одного объема i -й дисперсности

$$n_i = \frac{V_{D_i} - V_{\Pi}}{V_i},$$

где V_{Π} – объем пор, m^3 ; V_i – объем одной частицы, m^3 .

Объем, занимаемый частицами i -дисперсности,

$$V_{D_i} = V D_i / 100,$$

где D_i – дисперсность i -х частиц почвы.

Объем занимаемый порами,

$$V_{\Pi} = V D_0 P_0 / 100,$$

где P_0 – общая пористость, %.

Объем сферической частицы

$$V_i = \frac{1}{6} \pi d_i^3.$$

Тогда число частиц

$$n_i = \frac{6ShD_i(1-P_o)}{nd_i^3},$$

а сила сцепления в объеме одинаковой дисперсности

$$\sum_{i=1}^n F_i = \frac{6ShD_i(1-P_o)}{d_i^2} \sigma.$$

Сила притяжения межмолекулярного взаимодействия [6] в общем виде

$$F_M = b/R^{13},$$

где b – коэффициент, зависящий от строения молекул и типа сил межмолекулярного взаимодействия; R – расстояние между центрами молекул (частиц), м.

Установлено, что силы межмолекулярного взаимодействия [7] малы, в большинстве случаев они перекрываются значительно превосходящими их химическими валентными силами притяжения. Следовательно, в нашем случае силами межмолекулярного взаимодействия можно пренебречь.

Выделим на поверхности корнеплода участок загрязнения площадью $S = 1 \text{ см}^2$ при условии, что при гидродинамическом удалении загрязнения на данном участке будет действовать постоянное давление

$$\partial p / \partial y = \text{const}.$$

Данное допущение справедливо для зоны действия нормальных напряжений, так как оно согласуется с результатами опытов, проведенных в МИИСПе по исследованию динамики затопленных струй [8].

Имея значения составляющих, запишем уравнение (2) в развернутом виде, откуда определим значение гидродинамического коэффициента размывания

$$k_p = \frac{q_c t_p \left(\frac{0,96}{(al)/R_o + 0,29} 10\varphi \sqrt{20p} \right)}{\sum_{i=1}^k \sum_{i=1}^n \frac{12Sh^2 D_i (1-P_o)}{d_i^2} \sigma}$$

Заключение

Анализ входящих в это уравнение величин показывает, что на удаление загрязнений с поверхности корнеплода влияют не только динамика струйной очистки, но и в большей степени характеристика почвы. Чем меньше ее дисперсность и пористость, тем затруднительнее процесс. Поэтому для повышения эффективности очистки необходимо изменять напор воды и параметры отверстия насадка при ограниченном удалении корнеплода от последнего.

Литература

1. Юфин А.П. Гидромеханизация. – М.: Стройиздат, 1972.
2. Мирцзулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. – М.: Колос, 1970.
3. Агроскин И.И., Дмитриев Г.Т., Пикалов Ф.И. Гидравлика. – Л.: Колос, 1950.
4. Тельнов Н.Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1983.
5. Дерягин Б.В., Кротова Н.А., Смилга В.П. Адгезия твердых тел. – М.: Наука, 1973.
6. Дмитриенко Г.В., Козлова Н.Л. Физика почв. – Киев: Наука, 1976.
7. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1980.
8. Интенсификация технологических процессов очистки ремонтируемых объектов. – М.: МИИСП, 1980.