

## ДИНАМИКА СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ПОВЕРХНОСТИ КОРНЕПЛОДОВ

Короткин В.М., к.т.н., доц. (БГАТУ)

### Введение

Интенсивность процесса гидродинамической очистки зависит как от прочностных свойств и объема загрязнений, так и от силы удара струи по загрязненной поверхности. Основным условием очистки поверхности (разрушения загрязнений и удаления их с поверхности) является превышение удельных динамических давлений над прочностными свойствами загрязнений. Под прочностными свойствами следует понимать адгезионно-когезионную характеристику загрязнений, зависящую от их прочности на сжатие, изгиб, сдвиг, или адгезию к поверхности и др. Загрязнение отделяется от поверхности, когда удельное динамическое давление, развиваемое струей в зоне загрязнения, превышает хотя бы одну из указанных прочностных характеристик. Загрязнения различных типов почв имеют свои специфические свойства и различные прочностные характеристики.

Механическое воздействие жидкости на загрязненную поверхность является основным фактором в процессе струйной очистки. Определяющий параметр такого воздействия – давление жидкости. По величине давления воды у насадка используемые струи относятся к струям низкого (до 1 МПа) давления. Насадок в данном случае можно рассматривать как трансформатор потенциальной энергии давления жидкости в кинетическую энергию струи [1].

### Основная часть

По формуле (1), используя результаты проведенных опытов, были получены данные и построены графики (рис. 1, 2, 3).

$$k_p = \frac{q_c t_p \left( \frac{0,96}{(al)/R_0 + 0,29} 10\varphi\sqrt{20p} \right)}{\sum_{i=1}^k \sum_{i=1}^n \frac{12Sh^2 D_i (1-P_0) \sigma}{d_i^2}}, \quad (1)$$

где  $q_c$  – расход жидкости через насадок при постоянном давлении, кг/с;  $t_p$  – время размывания загрязнения, с;  $a$  – коэффициент структуры струи;  $l$  – расстояние от насадка до объекта исследования, м;  $R_0$  – радиус отверстия насадка, м;  $\varphi$  – коэффициент скорости;  $p$  – давление жидкости перед насадком, определяемое по показаниям манометра, МПа;  $n$  – число частиц, участвующих в сцеплении;  $k$  – число объемов;  $S$  – площадь выделенного участка загрязнения,  $m^2$ ;  $h$  – толщина слоя загрязнения, м;  $D_i$  – дисперсность  $i$ -х частиц почвы, %;  $P_0$  – общая пористость, %;  $d_i$  – диаметр сферической частицы, м;  $\sigma$  – поверхностное натяжение воды, Н/м.

Анализ графических зависимостей показывает, как велика разница в поведении исследованных насадков. Увеличение давления воды в системе от 0,1 до 0,5 МПа приводит к общему росту интенсивности очистки загрязнений. При удалении корнеплода от насадка на расстояние до 0,2 м наблюдается некоторое уменьшение  $K_p$ . Эффективность очистки для каждого из насадков снижается, однако в целом для этой зоны можно считать, что изменение в степени очистки незначительно, а развитие процесса проходит стабильно. Это объясняется сравнительно небольшим временем удаления (16...1,9 с) загрязнения с поверхности отдельных корнеплодов, а также достаточно высокой скоростью истечения жидкости из

насадка, что в первую очередь связано с протяженностью основного участка затопленной струи, который имеет наибольший потенциал кинетической энергии. С увеличением диаметра отверстия и давления воды интенсивность очистки возрастает (кривые 4, 5, 6; рис. 1), так как существенно возрастает расход воды через насадок (0,11...0,553 кг/с) и уменьшается время удаления загрязнения (12...1,9 с). Характерной особенностью развития процесса является то, что для насадка с отверстием 2 мм интенсивность очистки растет по линейному закону, а для насадков 3...6 мм наблюдается перегиб кривых в интервале давлений 0,28...0,4 МПа, после увеличения которого степень очистки изменяется незначительно.

При воздействии струи на загрязненную поверхность существенным образом на интенсивность процесса влияет сила гидродинамического давления (сила удара). Так как струя обладает достаточной энергией, то имеет место быстрое проникновение воды в толщу загрязнения, нарушение и ослабление его прочностных характеристик. Процесс очистки носит объемный характер, потому что загрязнения интенсивно механически разрушаются и удаляются.

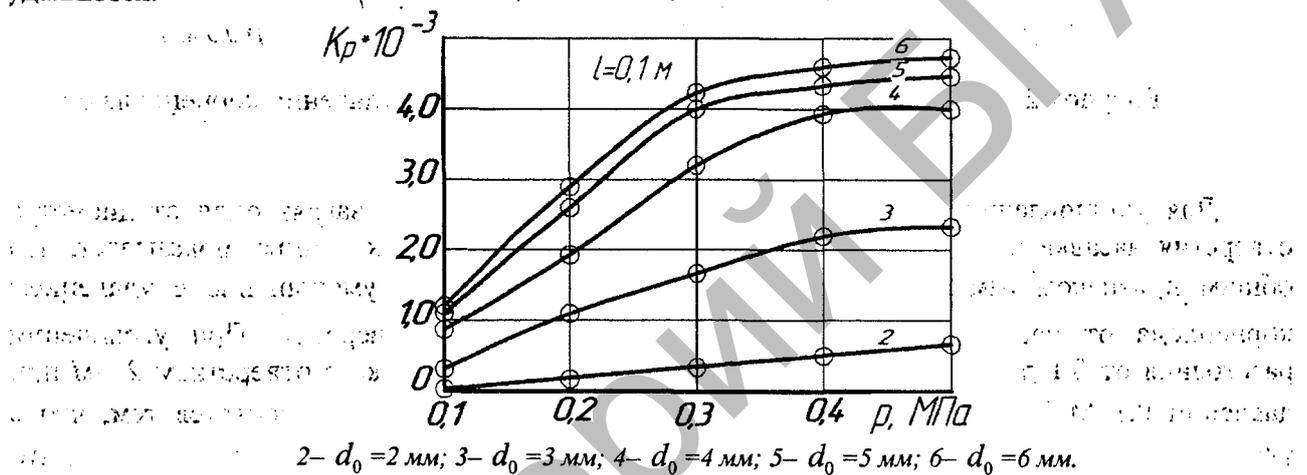
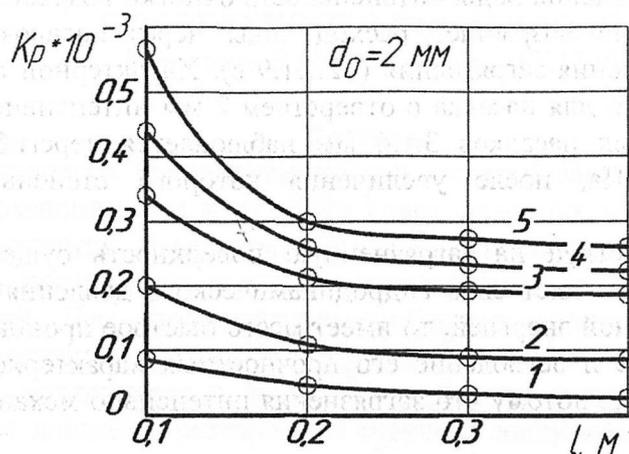


Рисунок 1— Зависимость коэффициента размывания от давления воды в системе для насадков

Эффективность очистки загрязнений резко ухудшается с удалением корнеплода от насадка на расстояние 0,4 м (рис. 2). Это объясняется прежде всего увеличением времени на размывание загрязнений (20...50 с) и значительным ростом расхода воды через насадок, что связано с затухающей способностью вытекающих струй. Интенсивность удаления загрязнений снижается, и только с повышением давления воды наблюдается его увеличение. Развитие процесса в большей степени подчиняется линейному закону и зависит от давления воды у насадка, которое влияет на энергию струи. При незначительной энергии струи процесс очистки носит поверхностный характер, то есть производится постепенный размыв загрязнений, причем в работе участвует не все ядро потока, а лишь его пограничный слой. Это снижает активность разрушения, так как достигается некоторое возможное равновесие между давлением струи и прочностными характеристиками загрязнения. Учитывая отмеченный характер изменения интенсивности очистки загрязнений с поверхности отдельных корнеплодов, можно сделать вывод, что применение затопленных струй на расстоянии более чем 0,25...0,30 м нецелесообразно. Это потребует значительных энергозатрат, связанных прежде всего с расходом воды и мощностью насосной установки.

Исследования показали, что очистка поверхности корнеплодов от загрязнений с использованием затопленных струй возможна, но для интенсификации очистки потребуется увеличение давления воды в системе. Очевидно, что с точки зрения эффективности процессов струйной очистки наибольший практический интерес представляет то, когда преобладающим фактором является сила удара струи. Поэтому на основании этого можно

сказать, что для осуществления качественной очистки загрязнений следует проводить ее с применением давления воды в системе от 0,3 до 0,5 МПа.



1-  $p = 0,1$  МПа; 2-  $p = 0,2$  МПа; 3-  $p = 0,3$  МПа; 4-  $p = 0,4$  МПа; 5-  $p = 0,5$  МПа

Рисунок 2 – Зависимость коэффициента размывания от удаления корнеплода от насадка при давлении воды

Для установления зависимости интенсивности размывания загрязнения от диаметра отверстия насадка построен график (рис. 3). Анализ полученных данных показывает, что общим признаком изменения коэффициента  $K_p$  является его уменьшение с удалением корнеплода от насадка и увеличение с ростом диаметра отверстия. При увеличении расстояния от 0,1 до 0,4 м интенсивность размывания для насадка с отверстием 2 мм при давлении 0,1 МПа снижается с  $0,0859 \cdot 10^{-3}$  до  $0,0385 \cdot 10^{-3}$ . Это объясняется тем, что с удалением корнеплода от насадка уменьшается сила воздействия струи на загрязнение, что приводит к снижению эффективности размывания, так как ее энергии оказывается недостаточно для быстрого нарушения прочностных связей между агрегатами и последующего активного расчленения их на отдельные. С увеличением диаметра отверстия насадка наблюдается рост коэффициента  $K_p$ , например, для 6 мм при тех же параметрах он изменяется с  $1,1536 \cdot 10^{-3}$  до  $1,812 \cdot 10^{-3}$ . Этот процесс может быть объяснен тем, что насадок с таким отверстием способен больше превращать потенциальной энергии давления воды в кинетическую энергию струи, так как последняя имеет большее живое сечение и зона ее рассеивания (исчезновения) увеличивается, причем второй фактор оказывает, на наш взгляд, решающее влияние. Повышение давления воды в системе до 0,5 МПа приводит к тому, что интенсивность размывания загрязнений с поверхности корнеплода возрастает, но это требует уже значительных расходов воды через насадок (0,554 кг/с), что связано с давлением и величиной проходного сечения отверстия.

Характерной особенностью изучаемого процесса является то, что для зоны 0,1 м с ростом диаметра отверстия насадка до 4 мм изменение интенсивности размывания загрязнения подчиняется прямолинейному закону. Дальнейшее увеличение диаметра отверстия до 6 мм не вызывает существенной интенсификации процесса. Удаление корнеплода от насадка на расстояние до 0,4 м характеризуется тем, что изменяется характер кривых (рис. 1-3). Это связано прежде всего с интенсивностью размывания загрязнения, так как с удалением корнеплода от насадка последняя снижается в большей степени, чем вызываемое увеличение живого сечения и энергии струи.

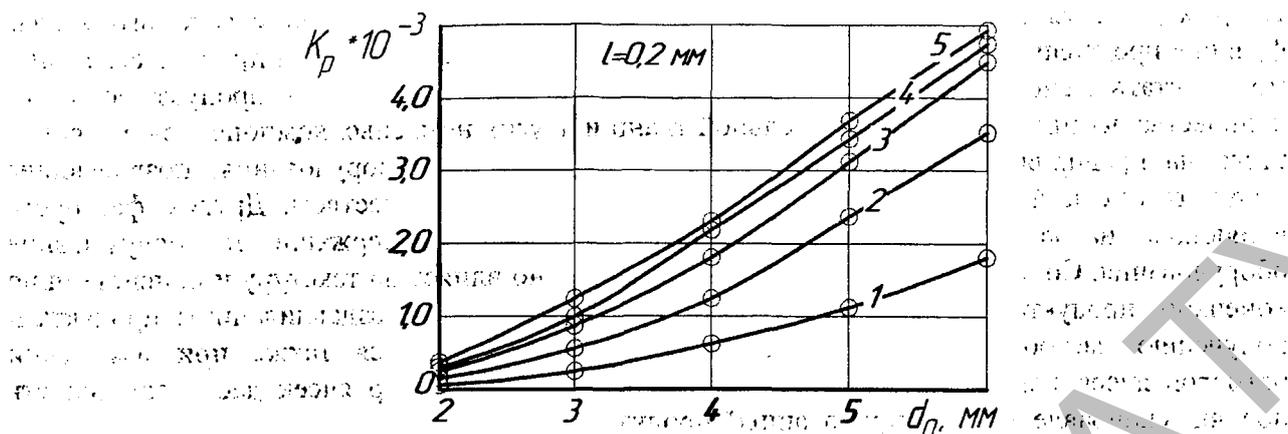


Рисунок 3— Зависимость коэффициента размывания от диаметра отверстия насадка при давлении воды

### Заключение

Анализ графических зависимостей показывает, что интенсивность удаления загрязнений с поверхности корнеплода увеличивается с ростом диаметра отверстия насадка и повышением давления воды перед ним. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что при использовании затопленных струй для очистки загрязнений с поверхности корней и клубней в ограниченном пространстве (до 0,25...0,30 м) предпочтительнее применять насадки с малыми отверстиями 2...4 мм. Окончательный выбор диаметра отверстия насадка следует проводить с учетом технологических особенностей, стадии очистки, позволяющими обеспечить необходимый уровень обработки корнеклубнеплодов в моечных машинах.

### Литература

1. Садовский А.П., Козлов О.С., Корнев В.В. Исследование некоторых вопросов интенсификации процесса струйной очистки. Т 44.—М.: ГОСНИТИ, 1975.

УДК621.926.7.088.8

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МЯСОКОСТНОГО СЫРЬЯ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Бренч А.А, к.т.н., доц., Дацук И.Е., аспирант (БГАТУ),  
Белохвостов Г.И., к.т.н., доц. (УП «Минскпроект»)

Если еще в 2004 г. доля мяса птицы составляла 15% от общего объема мясной продукции, то в 2010 г. этот показатель приблизился к 25%, что говорит о весомом влиянии темпов развития птицеперерабатывающей отрасли на структуру отечественного рынка мясных продуктов.

Вместе с тем более широкое распространение получило и мясо птицы механической обвалки. Для его производства используются обвалочные прессы. Процесс механической сепарации на такого рода прессах заключается в размельчении исходного сырья с последующим отделением кости, соединительной ткани и сухожилий путем продавливания размельченного сырья через «сито» под высоким давлением.

Разрушение связей внешним давлением основано на явлении селективного перехода в текучее состояние тканей, входящих в состав мяскокостного сырья. При сжатии подобного конгломерата в текучее состояние будут поочередно переходить ткани в зависимости от их прочности. [2]