

УДК 641.514.6.06

Исследование протирочного оборудования, его анализ и оценка эффективностиКанд. техн. наук **В.А. Парамонова**, vaparamonova@mail.ru*Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского
83000, г. Донецк, пр-т Театральный, 28*канд. техн. наук **В.Н. Кудрявцев**, kudryavtsevvn@mail.ru*Университет ИТМО
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

В статье проанализированы основные конструкции протирочных машин предприятий питания и консервной промышленности, дана краткая информация об их преимуществах и недостатках. Кроме того, приведена классификация протирочных машин и предложена обобщающая классификация. Исходя из паспортных данных оборудования, произведены расчеты следующих удельных показателей: массогабаритный и энергетический показатель, продуктивность и функциональная насыщенность. Согласно полученным параметрам, вычислен обобщенный коэффициент, позволяющий охарактеризовать конкурентоспособность протирочного оборудования и выделить наиболее эффективные машины для предприятий питания и консервной промышленности. Результаты исследования позволили сделать вывод, что для повышения конкурентоспособности ряда машин необходима их модернизация. Для предприятий питания наиболее конкурентоспособными являются машины марки МПР-350. В консервной промышленности наиболее целесообразно использовать протирочную машину марки П1-7,1. Также было отмечено, что для регулирования режимов протирки имеет смысл не только изменять зазор между ситом и бичами в машинах консервной промышленности или менять угол наклона лопасти к ситум в машинах предприятий питания, но и использовать в машинах регуляторы частоты. Их установка позволит плавно регулировать режим работы оборудования без его останова и дает значительную экономию по потреблению электроэнергии как во время пуска машин, так и во время их работы.

Ключевые слова: протирка; протирочная машина; классификация; массогабаритный и энергетический показатель; продуктивность; функциональная насыщенность; обобщенный коэффициент.

Study of the rubbing machines, its analysis and assessment of efficiencyPh.D. **Viktoriya A. Paramonova**, vaparamonova@mail.ru*Donetsk national university of the economy and trading the name Mihaila Tugan-Baranovskogo
83000, Ukraine, Donetsk, pr-t Theatrical, 28*Ph.D. **Vladimir N. Kudryavtsev**, kudryavtsevvn@mail.ru*ITMO University
191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

The article analyzes the main constructions of the rubbing machines for enterprises food and canning industry, is given the brief information about their advantages and disadvantages. Analyzed the classification of rubbing machines and proposed a generalizing classification. On the basis of the passport data of equipment, we calculated the following specific indicators: The indicator characterizes the mass, size and power consumption, productivity and functional multiplicity. These parameters allow to calculate the generalized coefficient, which characterizes the competitiveness of equipment for rubbing and provides an opportunity to choose the most efficient machines for the food and canning industry.

The results led to the conclusion that in order to improve the competitiveness of a number of machines is need of the their modernization. For enterprises food the most competitive machines are brand MPR-350. In the canning industry is most advisable to use machines for rubbing P1-7,1. It was also noted that for control a modes a rubbing it is expedient: to change the gap between the sieve and whips machines canning industry; change the angle of the blade to the sieve in the machines for enterprises food; use regulators

a frequency for machines that allow smoothly adjusting operation without stopping the machine and provide savings in energy consumption, both during startup and during operation of the machine.

Keywords: rubbing; rubbing machines; classification; the indicator characterizes the mass; size and power consumption; productivity; functional multiplicity; generalized coefficient.

Постановка проблемы и ее связь с важнейшими научными и практическими задачами

Разделение пищевого сырья на перфорированной поверхности на ценные в пищевом отношении и балластные ткани является одним из основных технологических процессов производства пюреобразных продуктов для детского, диетического и лечебно-профилактического питания, выделения семян плодов и овощей, переработки томатов и производства соков с мякотью. Годовое потребление овощных и фруктовых соков в Украине в среднем составляет 1077 тыс. т., а джемов, фруктовых желе, пюре и паст ≈ 85 тыс. т.

Развернутая теоретическая база для описания процессов протирки суспензий представлена в работах Одесской школы (Штейнберг Р.В., Гладушник О.К., Гуртовой М.В., Кепин М.И. и др.) [1, 2, 3]. Процессы тонкого измельчения на оборудовании предприятий питания рассматривались в работе Л.П. Проничкиной, где было выполнено описание процессов измельчения вареных овощей на коллоидной мельнице. При этом к наиболее тяжело обрабатываемым продуктам была отнесена морковь и свекла, которые чрезвычайно важны для лечебно-профилактического питания.

Анализ существующего протирочного оборудования предприятий питания показал, что оно не обеспечивает возможность тонкого измельчения вареных овощей (свеклы и моркови). Кроме того, до настоящего времени не проводилась оценка технического уровня протирочных машин, а известные методики расчетов привода машин дают завышенные величины удельного расхода мощности, которые для вареных овощей превышают значение более чем на 50% от экспериментальных данных. Наряду с этим не исследовались усилия, возникающие на рабочих органах протирочных машин предприятий питания в процессе обработки различных пищевых продуктов, и не определено комплексное влияние на технические характеристики этого оборудования таких параметров, как угол наклона лопасти, частота вращения рабочего органа, масса порции загружаемого продукта и его температура во время протирки.

Целью статьи является анализ протирочного оборудования пищевых производств, который позволит обобщить и расширить его классификацию и определить эффективность наиболее распространенных конструкций.

Изложение основного материала исследований

С целью рассмотрения возможности применения теоретической базы по описанию процесса протирки, представленной в работах Одесской школы, для описания процесса протирки на оборудовании предприятий питания возникла необходимость в сопоставлении особенностей оборудования консервной промышленности и предприятий питания.

Разделочные машины и устройства можно условно разделить на две основные группы [4, 5, 6]. К одной группе относятся машины, осуществляющие разделение продукта рабочими органами без применения ножей; ко второй – машины, разделяющие продукты ножами или пуансонами. Протирочные машины как консервной промышленности, так и предприятий питания можно отнести к первой группе. Они используются для разделения обрабатываемого продукта на две фракции (части). При последовательной установке протирочных машин исходное сырье можно разделить на три и более фракции [7, 8, 9].

Принцип работы этого оборудования основан на таком силовом воздействии на обрабатываемый продукт, при котором последний, прижимаясь к перфорированной поверхности, теряет жидкую фазу,

проходящую через отверстия в сите. Твердая же фаза (отходы) остается на сите и выводится из машины.

На рынке Украины наиболее распространены конструкции протирочных машин, состоящие из вращающегося ротора и неподвижного сита (в оборудовании предприятий питания используют плоские сита, в консервной промышленности сито имеет форму цилиндрической или конической поверхности). Ротор снабжен рабочими органами (лопасти, шнек, пальцы и т.д. – в оборудовании предприятий питания, бичи – в оборудовании консервной промышленности), которые захватывают продукт и приводят его во вращательное движение, продавливая при этом через отверстия сита. Также существуют безбичевые протирочные машины, применяемые для финиширования растительного сырья, основными рабочими органами которых являются вращающееся сито и неподвижные ножи.

В протирочных машинах одновременно с разделением обрабатываемого продукта на жидкую и твердую фазы происходит относительно тонкое измельчение и гомогенизация той части продукта, которая, пройдя через отверстия в сите, направляется на дальнейшую переработку. Как известно, получение большего выхода продуктов на протирочном оборудовании консервной промышленности достигается изменением числа оборотов, угла поворота бичей относительно вала ротора и величины зазора между ротором и ситом. Для повышения производительности некоторых конструкций увеличивают количество бичей [3, 9, 10].

Степень отжима массы регулируют преимущественно величиной зазора между бичами и ситом. С целью удобства регулирования зазора в ряде протирочных машин сита имеют форму усеченного конуса. Вал с бичами можно передвинуть по оси, изменив этим зазор между бичами и ситом.

Наиболее распространенными машинами консервной промышленности являются протирочные установки с коническим и цилиндрическим ситом, машины для протирки косточковых плодов, сито-рафинатор, ударно-протирочные машины КД-1, протирочная машина П1-7,1, универсальная протирочная машина марки КПУ-М СТУ-100-176-61, а также дуплексы (КПД СТУ-100-3-60) и триплексы (КПТ СТУ-100-4-60) на ее основе. Также применяются блоки протирочных машин (ТМ8, ГТМ16, ГТМ25), протирочная машина А9-КИГ-15Д и машина протирочная ШЗЗ-ПРМ для приготовления хлебной мочки из ржаных и ржано-пшеничных сортов хлеба.

Применение оборудования для протирки косточковых плодов, сито-рафинатора и машины протирочной ШЗЗ-ПРМ ограничено их узкой специализацией. При этом частота вращения рабочего органа в машине для протирки косточковых плодов составляет 275 мин^{-1} , что в три раза меньше, чем в машинах для протирки семечковых и томатов.

Использование ударно-протирочной машины КД-1 приводит к дроблению в массе косточек и семечек, что требует дальнейшего выделения из продукта их остатков на протирочной машине сито-рафинатор.

Машина протирочная А9-КИГ-15Д разработана на основе модели А9-КИГ-14Д. В результате модернизации был улучшен приводной механизм; за счет замены двух электродвигателей на один уменьшилось потребление электроэнергии с 22 до 18,5 кВт/ч; достигнута синхронность работы бичевых валов; увеличилась производительность на 1 тонну; упростилось обслуживание.

Во всех машинах с цилиндрическим ситом для регулирования зазора между бичом и ситом требуется их остановка, что усложняет их настраивание и обслуживание.

Общим недостатком бичевых протирочных машин является их низкая удельная протирочная способность ($\approx 2 \text{ кг/см}^2$). Его можно компенсировать увеличением числа бичей, однако, более четырех устанавливать нецелесообразно, поскольку большее их количество препятствует поступлению протираемой массы к ситу. Даже при четырех бичах используемая площадь составляет примерно 10–15% от общей активной площади сита. Остальные поверхности в процессе протирки практически не задействованы, так как на массу, находящуюся за бичом, т.е. в зоне пассивной протирки, действуют только незначительные силы инерции.

Пюре, полученное в результате протирки, содержит частицы больших размеров – 1000 мкм и больше. Особенно это относится к полуфабрикатам из волокнистого растительного сырья с прочными тканями – морковь, айва и т.д. Гомогенизация как процесс тонкого измельчения растительных тканей не обеспечивает достаточную степень измельчения и не выделяет из полуфабриката частиц балластных тканей [11]. Последнее является весьма важным при производстве продуктов питания для детей раннего возраста. Поэтому для тонкого измельчения растительного полуфабриката Одесская национальная академия пищевых технологий рекомендует использовать безбичевую протирку, что улучшает качество продукта на выходе и увеличивает удельную протирочную способность машины. Однако безбичевые протирочные машины дают хорошие результаты только при работе с предварительно обработанным на финишере продуктом. Следует отметить, что настолько тонкое измельчение требуется в единичных случаях.

Наиболее распространенным и универсальным является оборудование с коническим ситом, что позволяет регулировать его работу без остановки привода.

На предприятиях питания наиболее часто применяют протирочные машины МП-1000, протирочно-резательную машину МУ-1000, овощерезательно-протирочный механизм МОП-II-1 к приводу П-II и протирочные механизмы МС 7-10-160 и МС-4-7-8-20 к универсальным приводам. В настоящее время также распространение получили такие машины, как МПР-350, МПР-350М, машины протирочные С-80, С-120, С-150, протирочно-резательная машина ГАММА-5А, овощерезательно-протирочная машина ОММ-300.

Наиболее общая классификация протирочных машин предприятий питания осуществляется по типу рабочего органа (шнековые, лопастные, импиллер и т.д.).

Протирочно-резательная машина МУ-1000 (модель 723-7М) состоит из привода и исполнительного механизма [5, 6, 12]. К особенностям данной конструкции следует отнести наличие на загрузочном бункере двухзаходной улитки, которая направляет сырье к вращающимся лопастям. Последние захватывают сырье, продвигают его вдоль сита и продавливают через его отверстия, превращая в пюреобразную массу. К недостатку данной машины следует отнести низкую производительность.

Овощерезательно-протирочный механизм МОП-II-1 [5, 6, 8], как и другие сменные механизмы (МКЗ-20, МС 4-7-8-20, МС 7-10-160), присоединяется к приводу, рассчитанному на максимальную мощность при работе универсальной машины, что приводит к повышенному расходу электроэнергии в процессе протирки. К особенностям механизма МОП-II-1 следует отнести диаметр отверстий сита, который, в отличие от большинства машин составляет 2 либо 5 мм.

Механизм для протирки супов МКЗ-20 имеет строго ограниченное применение, повышенное энергопотребление и низкий коэффициент использования на предприятиях питания. Протирка осуществляется при помощи подпружиненной лопасти через сито с диаметром 3 или 6 мм.

Особенностью сменного многоцелевого механизма МС 4-7-8-20 является возможность замены протирочной лопасти на щетку при протирке супов. Диаметр отверстий сита, используемого для протирки, составляет 3 мм.

В отличие от рассмотренных ранее сменных механизмов, в конструкции механизма МС 7-10-160 предусмотрен сбрасыватель, который устанавливается на рабочем валу под ситом и позволяет исключить скапливание продукта под рабочей зоной, что в свою очередь ускоряет процесс протирки.

Среди оборудования, представленного на рынке Украины, следует отметить машину МПР-350-00/01/02. К ее особенностям следует отнести более высокую функциональную насыщенность (нарезка и протирка) по сравнению с другими протирочными машинами, имеющими близкий по величине расход мощности привода. Данное оборудование выпускается в трех вариантах: МПР-350 – для нарезки сырых и протирки вареных продуктов; МПР-350-01 – для протирки вареных продуктов; МПР-350-02 – для нарезки сырых продуктов.

Усовершенствованный вариант данной машины представлен машиной протирочно-резательной МПР-350М, имеющей облегченный пластмассовый корпус.

Основным производителем протирочных машин является Республиканское производственное унитарное предприятие «Торгмаш» (г. Барановичи, Беларусь). Кроме этого на предприятиях питания применяются и другие машины.

Протирочные машины производства Франции (С80, С120, С150), представленные на рынке Украины, имеют более привлекательный дизайн, однако их удельные показатели значительно ниже ранее рассмотренных. Особенностью конструкций этого оборудования является применение винтового рабочего органа. При этом продукт перед его загрузкой требует предварительной нарезки, что увеличивает затраты труда на его обработку.

Механизм протирочный МО-2 является сменным механизмом к универсальной кухонной машине УКМ-11 либо к ее части, представляющей собой овощерезательно-протирочную машину ОМ-300. Как и большинство аналогичных установок, данная машина имеет завышенные показатели расхода энергии и значительно уступает по техническим характеристикам большей части протирочно-резательных и протирочных машин и механизмов.

Следует отметить, что общим недостатком всех протирочных машин предприятий питания является различное усилие, действующее на продукт на разных радиусах сита, что приводит к неравномерному дисперсному составу готового продукта. Это оборудование при работе с вареной свеклой и морковью не может обеспечить тонкого измельчения в связи с тем, что их конструкция не позволяет изменять конструктивные и кинематические параметры.

С целью рассмотрения возможности применения теорий, разработанных для описания процессов протирки, происходящих в оборудовании консервной промышленности, для оборудования предприятий питания проведен сравнительный анализ особенностей оборудования, применяемого в данных отраслях и свойств подаваемого на обработку сырья. Для обобщения классификаций протирочных машин предприятий питания и консервной промышленности нами была предложена следующая классификация.

Протирочные машины являются механическим оборудованием и относятся к конструктивно-однородной группе машин и механизмов для получения пюреобразных продуктов, входящей в функционально-однородную группу разделочных машин.

В зависимости от типа производства, в котором они применяются, протирочные машины и механизмы можно классифицировать как оборудование для консервной промышленности и для предприятий питания.

В зависимости от функционального назначения можно выделить протирочные машины и механизмы (протирочные машины, протирочно-резательные механизмы, протирочные механизмы и механизм для протирки супов), машины для приготовления картофельного пюре в пищеварочных котлах, для тонкой протирки (финишеры, МИВП), для тонкой протирки и удаления осколков косточек, а также машины для очистки косточек от остатков мякоти.

По виду конструкции протирочные машины изготавливаются как единичные машины, дуплексы (сдвоенные агрегаты) и триплексы (строенные машины). При этом данное оборудование может иметь индивидуальный привод либо подсоединяться в качестве сменных механизмов к универсальным машинам.

Все протирочное оборудование может использоваться для переработки отдельных видов продукции (протирки косточковых и семечковых плодов, овощей, зерновых культур, вареных мяса и рыбы, жидких пищевых продуктов и раздавливания вареного картофеля) либо иметь универсальное применение (практически все протирочные машины предприятий питания).

При этом в зависимости от способа предварительной обработки сырья оборудование может работать с дробленным, плющенным, либо цельным сырьем.

По режиму ведения процесса различают машины с мягким режимом, при котором используется небольшая частота вращения вала ротора, установка облегченных проволочных бичей или увеличение живого сечения сита (протирка косточковых плодов в основном осуществляется на частоте 275 об/мин, ягод – 320 об/мин и картофеля – ≤ 100 об/мин), и с жестким режимом – машины консервной промышленности для протирки семечковых видов растительного сырья, а также оборудование предприятий питания.

В процессе работы протирочных машин и механизмов могут использоваться следующие способы силового воздействия на продукт:

- высокочастотные колебания в сочетании со сдвигом (МИВП);
- разрез кромками сита с продавливанием через его отверстия лопастями (МП-1000, МПР-350, МУ-1000, МОП-II-I, МС-7-10-160, МС-4-7-8-20, МКЗ-20) – большая часть протирочных машин;
- раздавливание быстровращающейся лопастью и перемешивание (МКП-60);
- раздавливание быстровращающимися лопастями с продавливанием через сито за счет центробежной силы (машины консервной промышленности бичевого и безбичевого типа).

По виду, расположению и способу изготовления основных рабочих органов протирочных машин следует отметить следующее. Сито может иметь цилиндрическую, плоскую форму или форму усеченного конуса, располагаясь в вертикальном, горизонтальном или наклонном положении. Сита могут быть выполнены штамповкой либо в виде сетки и иметь сборную или цельную конструкцию.

В качестве основного рабочего элемента ротора могут использоваться лопасти, проволока, импеллер, валики, щетки, бичи (по количеству бичей – 2, 3 или 4, реже 6, 8, т.к. это ухудшает подачу продукта), У-образные лопасти, винт (двухзаходный или однозаходный) либо ножи.

При этом для регулирования работы оборудования наиболее часто применяется настройка зазора между ротором и ситом, что может осуществляться как с остановкой машины, так и без нее. В протирочных машинах предприятий питания (МП-800, МП-1000, МПР-350) и в большей части машин консервной промышленности регулирование зазора осуществляется после остановки оборудования, машина с коническим ситом типа КАП предусматривает изменение зазора за счет перемещения сита в горизонтальной плоскости относительно бичей. Практически во всех сменных механизмах регулирование зазора конструкцией не предусмотрено.

На территории Украины в год реализуется около 70 тысяч штук устройств для измельчения пищевых продуктов, миксеров и соковыжималок. Основным производителем протирочного оборудования предприятий питания является Белоруссия, также представлено оборудование производства Франции. В связи с многообразием протирочных устройств, представленных на рынке Украины, есть необходимость количественной оценки их технического уровня. Для этих целей был проведен анализ технических характеристик протирочного оборудования.

В связи с тем, что общедоступной информацией о технических данных машин являются их масса, производительность, установочная мощность и габариты для оценки применяемого оборудования использованы следующие показатели [13]:

1) массогабаритный и энергетический показатель, который учитывает три основных технических параметра машин:

- удельная масса машины $M_y = m/Q$, [кг/(кг/ч)];
- удельное потребление электроэнергии $N_y = N/Q$, [Вт/(кг/ч)];
- удельная занимаемая площадь машины $F_y = F'/Q$, [м²/(кг/ч)];

2) продуктивность $Pr = Q/(m \cdot N \cdot F')$, [(кг/ч)/(кг·Вт·м²)];

3) функциональная насыщенность $P_{ф.н.} = \Phi_i/\Phi_{КОГ}$,

где $\Phi_{КОГ} = 5$:

- для машин предприятий питания (протирка вареных продуктов, протирка вареных продуктов в котлах, протирка супов (жидких пищевых продуктов), тонкое измельчение вареных продуктов, нарезка сырых овощей);
- для машин консервной промышленности (протирка семечковых, протирка косточковых, протирка зерновых, протирка плодов с дроблеными косточками и очистка косточек от мякоти).

Массогабаритные и энергетические показатели рассчитывались по формуле:

$$k_T = \sum k_i \cdot \xi_i, \quad (1)$$

где ξ_i – коэффициент весомости, k_i – единичные показатели, рассчитанные по отношению удельных показателей машин к аналогичным показателям оборудования, принятого за базу.

Для предприятий питания наибольшее значение имеют эксплуатационные затраты, на которые основное влияние оказывает удельный расход мощности используемого оборудования, в связи с этим коэффициент весомости для удельной мощности был принят $k_{Ny} - \xi = 0,6$, для металлоемкости и занимаемой машиной площади, соответственно, $k_{My} - \xi = 0,2$ и $k_{Fy} - \xi = 0,2$, что соответствует рекомендациям, изложенным в литературе [13].

Оценку единичных показателей проводили по формуле:

$$k_i = \left(\frac{P_i}{P_{i_{баз}}} \right)^j, \quad (2)$$

где $j = -1$ – если рост значения приводит к ухудшению показателя; $j = +1$ – если рост значения приводит к улучшению показателя.

Было выдвинуто предположение о том, что на данный момент наиболее конкурентоспособными машинами для предприятий питания и консервной промышленности являются соответственно протирочная машина МП-1000 и машина протирочная универсальная КПУ-М СТУ-100-176-61. В связи с этим данные машины были приняты за базу. Результаты расчета единичных показателей сведены в таблицах 1 и 2.

Показатель продуктивности $k_{Пр}$ и показатель функциональной насыщенности $k_{ПФ.Н}$ рассчитывались как отношение данных для сравниваемой машины к данным базовой.

Обобщенный показатель для определения технического уровня машины рассчитывался по формуле [13]:

$$k_0 = \sqrt[3]{k_T \cdot k_{Пр} \cdot k_{ПФ.Н}} \quad (3)$$

Соответственно, если величина обобщенного коэффициента больше 1, можно утверждать, что ее технический уровень выше, чем у принятой за базу машины.

Таблица 1 – Единичные показатели качества оборудования предприятий питания

Показатель	M_{y^3} , [кг/(кг/ч)]	N_{y^3} , [Вт/(кг/ч)]	$F_y \cdot 10^3$, [м ² /(кг/ч)]	Pr_y , [(кг/ч)/(кг·Вт·м ²)]	Пф.н.
МУ-1000	0,136	1,579	0,436	29,240	0,200
МП-1000	0,050	0,750	0,200	166,670	0,200
МКЗ-20	0,600	55,000	8,500	8,910	0,200
МОП-II-1	0,131	6,286	0,690	65,360	0,200
МС4-7-8-20	0,063	1,710	0,800	68,030	0,200
МПР-350	0,083	1,250	0,378	70,420	0,400
МПР-350 М (00)	0,065	1,250	0,290	117,780	0,400
МПР-350 М (01)	0,057	1,250	0,290	135,100	0,400
ОМ-300 (УКМ-11)	0,163	2,750	1,4	10,29	0,400
С80	0,138	4,625	2,745	0,09	0,200
С120	0,117	6,250	3,433	0,028	0,200
С150	0,100	12,000	2,747	0,013	0,200

Таблица 2 – Единичные показатели качества оборудования консервной промышленности

Показатель	M_{y^3} , [кг/(кг/ч)]	N_{y^3} , [Вт/(кг/ч)]	$F_y \cdot 10^3$, [м ² /(кг/ч)]	Pr_y , [(кг/ч)/(кг·Вт·м ²)]	Пф.н.
Машина для протирки косточковых плодов	0,315	2,000	1,190	1,340	0,200
КПУ-М СТУ-100-176-61	0,064	0,850	0,440	1,780	0,600
КПД СТУ-100-3-60	0,190	1,780	0,260	0,320	0,800
КПТ СТУ-100-4-60	0,265	1,280	0,540	0,050	0,800
ТМ8	0,459	3,750	1,360	0,030	0,200
ГТМ16	0,188	1,625	0,750	0,020	0,200
ГТМ25	0,126	1,800	0,480	0,010	0,200
П1-7,1	0,063	1,375	0,150	4,860	0,600
ШЗЗ-ПРМ	0,600	2,000	0,866	0,001	0,200

Результаты расчетов по определению обобщенных показателей протирочных машин предприятий питания и консервной промышленности приведены в таблице 3.

Оборудование, которое используют для осуществления процесса протирки на предприятиях питания и в консервной промышленности, имеет соизмеримые величины удельного расхода мощности. При этом большая часть оборудования предприятий питания более универсальна, а удельный расход мощности этих машин составляет от 0,75 Вт/(кг/ч) для МП-1000 до 2,75 Вт/(кг/ч) для ОМ-300. Более значительна величина удельного расхода мощности для некоторых сменных механизмов, устройства для протирки супов и для оборудования производства Франции, представленного на рынке Украины. Удельный расход мощности оборудования консервной промышленности составляет от 0,85 Вт/(кг/ч) для КПУ-М СТУ-100-176-61 до 3,75 Вт/(кг/ч) для ТМ-8.

Таблица 3 – Обобщенные показатели качества протирочных машин

Оборудование	k_{Mv}	k_{Fv}	k_{Nv}	k_T	$k_{Пp}$	$k_{Пф.н.}$	k_0
Оборудование предприятий питания							
МУ-1000	0,368	0,459	0,475	0,45	0,175	1	0,429
МП-1000	1	1	1	1	1	1	1
МКЗ-20	0,083	0,024	0,014	0,03	0,053	1	0,116
МОП-II-1	0,382	0,29	0,119	0,206	0,392	1	0,432
МС4-7-8-20	0,794	0,25	0,439	0,472	0,408	1	0,578
МПР-350	0,602	0,529	0,6	0,586	0,423	2	0,791
МПР- 350 М (00)	0,769	0,69	0,6	0,652	0,707	2	0,973
МПР- 350 М (01)	0,877	0,69	0,6	0,673	0,811	2	1,03
С80	0,362	0,0001	0,162	0,170	0,00054	1	0,045
С120	0,429	0,0001	0,120	0,158	0,00017	1	0,030
С150	0,500	0,0001	0,063	0,138	0,00008	1	0,022
ОМ-300 (УКМ-11)	0,307	0,143	0,273	0,254	0,062	2	0,315
Консервная промышленность							
Машина для протирки косточковых плодов	0,203	0,37	0,425	0,37	0,752	0,333	0,452
КПУ-М СТУ-100-176-61	1	1	1	1	1	1	1
КПД СТУ-100-3-60	0,337	1,704	0,478	0,695	0,179	1,333	0,549
КПТ СТУ-100-4-60	0,242	0,809	0,664	0,609	0,031	1,333	0,291
ТМ8	0,14	0,322	0,227	0,228	0,015	0,333	0,104
ГТМ16	0,341	0,583	0,523	0,499	0,01	0,333	0,117
ГТМ25	0,508	0,91	0,472	0,567	0,008	0,333	0,116
П1-7,1	1,024	2,93	0,618	1,162	2,728	1	1,469
ШЗЗ-ПРМ	0,219	1,323	0,89	0,843	4,139	0,25	0,955

Исходя из величин удельного расхода мощности, следует отметить, что сменные механизмы и устройства для протирки супов в настоящее время не могут конкурировать с более универсальными протирочно-резательными машинами белорусского производства.

Такой широкий диапазон установочной мощности протирочного оборудования можно объяснить методиками расчета привода протирочных машин, которые дают существенно завышенный расход мощности, что при расширении ассортимента обрабатываемого сырья требует применения более мощного привода. Как показали предварительно проведенные расчеты [12], максимальные значения потребляемой машиной мощности, полученные расчетным путем, превышают экспериментальные значения для вареной свеклы и моркови более чем в два раза. При этом в литературе отсутствуют сведения о нагрузках в рабочих органах в процессе протирки различных пищевых продуктов, что не позволяет усовершенствовать существующие методики расчета протирочных машин.

Анализ работы протирочных машин показал, что для регулирования режимов протирки целесообразно не только изменять зазор между ситом и бичами в машинах консервной промышленности или менять угол наклона лопасти к сити в машинах предприятий питания, но и использовать в машинах регуляторы частоты [14, 15].

Выводы

Полученные результаты показали, что для повышения конкурентоспособности ряда машин необходима их модернизация. Для предприятий питания наиболее конкурентоспособными являются машины марки МПР-350. В консервной промышленности целесообразнее использовать протирочную машину марки П1-7,1. Следует также отметить, что показатель продуктивности для оборудования предприятий питания значительно превышает коэффициент для протирочных машин консервного производства.

Кроме того, целесообразно использовать частотные регуляторы, что позволит плавно регулировать режим работы машин без их остановки и даст значительную экономию по потреблению электроэнергии как во время пуска машин, так и во время их работы. Усовершенствование протирочных машин должно быть направлено также на снижение их металлоемкости, повышение коэффициента использования сит и увеличение их производительности.

Литература

1. *Гладушняк А.К.* Теория и практика процессов протирания и финиширования растительного сырья: автореф. дис. ... докт. тех. наук. Одесса, 1987. 35 с.
2. *Гуртовой Н.В.* Научные основы ресурсосохраняющего разделения овощефруктовой суспензии на перфорированной поверхности: автореф. дис. ... докт. тех. наук. Одесса, 2001. 21 с.
3. *Кепин Н.И.* Научное обоснование увеличения эффективности работы протирочных машин: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Одесса, 1996. 20 с.
4. *Анисимов И. Ф.* Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур. Кишинев: Штиинца, 1987. 300 с.
5. *Елхина В.Д.* Механическое оборудование предприятий общественного питания. Учебное пособие для начального профессионального образования: справочник, изд. 2-е. М.: Academia, 2009. 336 с.
6. *Золн В.П.* Технологическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник для начального профессионального образования, изд. 8-е. М.: Academia, 2009. 320 с.
7. Оборудование для консервной, овощесушильной и пищекопцетратной промышленности: каталог-справочник, ч. 1. М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1971. 310 с.
8. *Киселева И.Е., Главацкая В.И., Родникова Т.К.* Механическое и холодильное оборудование предприятий питания. М.: Экономика, 1992. 259 с.
9. *Рвачев В.В., Гуртовой М.В.* Технологічне обладнання харчових виробництв (механічне обладнання): навч. посібник для студентів механ. фахів. О.: Астропринт, 2001. 320 с.
10. *Парамонова В.А.* Анализ существующих конструкций протирочных машин // Матер. міжвуз. наук.-практ. конф. «Проблеми техніки і технології харчових виробництв» (Полтава, 8–9 квітня 2004 р.). Полтава: ПУСК, 2004. С.84–86.
11. *Штейнберг Р.В.* Исследование процессов производства консервов детского питания и совершенствование оборудования для их изготовления: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Одесса, 1972. 23 с.
12. *Заплетніков І.М., Парамонова В.А.* Аналіз впливу фізико-механічних властивостей продукту на навантажувальну здатність протирального обладнання // Наук. вісн. Полтав. ун-ту спожив. кооп. України. Серія Технічні науки. 2004. №2. С.35–37.
13. *Топольник В.Г.* Количественная оценка качества оборудования общественного питания. Донецк: Кассиопея, 1998. 196 с.
14. *Заплетніков І.М.* Аналіз комплексного впливу параметрів процесу протирання на дисперсний склад готового продукту // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. Луганськ, 2007. №1(107). С. 173–177.
15. *Заплетніков І.М., В.А.Парамонова* Деякі особливості процесу протирання варених овочів // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Одеса: ОНАХТ, 2006. Вип. 28. Т.2 С. 83–85.

References

1. Gladushnyak A.K. Teoriya i praktika protsessov protiraniya i finishirovaniya rastitel'nogo syr'ya [Theory and practice of wiping processes and finishing plant raw materials]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Odessa, 1987, 35 p.
2. Gurtovoi N.V. Nauchnye osnovy resursosokhranyayushchego razdeleniya ovoshchefruktovoi suspenszii na perforirovannoi poverkhnosti [Scientific bases of resources remains the separation of vegetable and fruit on a perforated surface of the suspension]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Odessa, 2001, 21 p.
3. Kepin N.I. Nauchnoe obosnovanie uvelicheniya effektivnosti raboty protirochnykh mashin [Scientific substantiation of increasing the efficiency of rubbing machines]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa, 1996, 20 p.

4. Anisimov I.F. *Mashiny i potochnye linii dlya proizvodstva semyan ovoshchebakhchevykh kul'tur [Machines and production lines for the production of seeds of melons]*. Kishinev, Shtiintsa Publ., 1987, 300 p.
5. Elkhina V.D. *Mekhanicheskoe oborudovanie predpriyatii obshchestvennogo pitaniya [Mechanical equipment of catering establishments]*. Uchebnoe posobie dlya nachal'nogo professional'nogo obrazovaniya [Manual for primary professional education], 2 izd. Moscow, Academia Publ., 2009, 336 p.
6. Zolin V.P. *Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatii obshchestvennogo pitaniya [Technological equipment catering]*. Uchebnik dlya nachal'nogo professional'nogo obrazovaniya [Textbook for primary vocational education], 8-e izd. Moscow, Academia Publ., 2009, 320 p.
7. *Oborudovanie dlya konservnoi, ovoshchesushil'noi i pishchekontsetratnoi promyshlennosti [Equipment for canning, vegetable-drying industry and food concentrates]*. Catalog reference book. Moscow, TsNIITEIlegpishchemash Publ., 1971, V. 1, 310 p.
8. Kiseleva I.E., Glavatskaya V.I., Rodnikova T.K. *Mekhanicheskoe i kholodil'noe oborudovanie predpriyatii pitaniya [Mechanical and refrigeration equipment catering]*. Moscow, Ekonomika Publ., 1992, 259 p.
9. Rvachev V.V., Gurtovoi N.V. *Technological equipment of food production (mechanical equipment)*. Textbook. Odessa, Astroprint Publ., 2001, 320 p.
10. Paramonova V.A. Analiz sushchestvuyushchikh konstruktssii protirochnykh mashin [Analysis of existing structures wiping machines]. *Proceedings of the interuniversity scientific-practical conference "Problems of engineering and technology of food production" (Poltava, 8–9 April, 2004)*. Poltava, PUSK Publ., 2004, pp.84–86.
11. Shteinberg R.V. Issledovanie protsessov proizvodstva konservov detskogo pitaniya i sovershenstvovanie oborudovaniya dlya ikh izgotovleniya [Investigation of the processes of production of canned baby food and equipment for the improvement of their production]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa, 1972, 23 p.
12. Zapletnikov I.M., Paramonova V.A. Analysis of the impact of physical and mechanical properties of the product on the load capacity of rubbing equipment. *Scientific bulletin of the Poltava university needed cooperation of Ukraine, series Technical science*. 2004, no. 2, pp. 35–37.
13. Topol'nik V.G. *Kolichestvennaya otsenka kachestva oborudovaniya obshchestvennogo pitaniya [Quantitative assessment of quality of the equipment of public catering]*. Donetsk, Cassiopeia Publ., 1998, 196 p.
14. Zapletnikov I.M., Paramonova V.A., Kudryavtsev V.N. Analysis of the complex influence of process parameters on wiping disperse composition of the final product. *Bulletin of the East Ukrainian National University of Vladimir Dahl*. Lugans'k, 2007, no. 1 (107), pp. 173–177.
15. Zapletnikov I.M., Paramonova V.A. *Some features of the process of rubbing vegetables*. Scientific works of the Odessa national academy of food technologies. Odessa, ONAPT Publ., 2006, vol. 28, V.2, pp. 83–85.

Статья поступила в редакцию 26.10.15