

УДК 628.35-574.24.044

М.О. Зеленкова, Д.А. Крикун, А.И. ФедороваДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ И ИХ РЕШЕНИЯ**

Проведен обзор отечественного и зарубежного измельчающего оборудования. Рассмотрены основные технические характеристики, достоинства и недостатки существующих измельчителей для производства кормов из водорослей. Выявлена функциональная зависимость основной технологической характеристики измельчителей – производительность от частоты вращения ножей, диаметра решетки, коэффициента использования всей площади решетки отверстиями для прохода продукта, количества лезвий каждого ножа, поверхности одного килограмма продукта после измельчения.

Ключевые слова: водоросли, измельчители, корм, устройства, производительность.

М.О. Zelenkova, D.A. Krikun, A.I. Fedorova**PROBLEMS OF CRUSHING OF ALGAS AND THEIR DECISION**

The review of the domestic and foreign crushing equipment is carried out. The main technical characteristics, merits and demerits of existing grinders for production of forages from algas are considered. Functional dependence of the main technical characteristics on grinders – productivity from the frequency of rotation of knives, diameter of a lattice, efficiency of all area of a lattice by openings for pass of a product, quantity of edges of each knife, a surface of one kilogram of a product after crushing is revealed.

Key words: seaweed, grinders, forage, devices, productivity.

Введение

Рыбная промышленность – отрасль пищевой промышленности, занимающаяся добычей и переработкой рыбы, морского зверя, китов, морских беспозвоночных и водорослей в разнообразные виды пищевой, медицинской, кормовой и технической продукции. Освоение соленых вод Мирового океана занимало человека с самых древних времен. Первые раскопки производились в странах Азии и Ближнего Востока. Позже морской промысел продвинулся в страны Европы [1].

Развитие рыбной промышленности со временем привело к тому, что границы рыболовства стали расширяться от побережий в далекие просторы океана. Но, несмотря на то, что освоение подводных глубин практически началось одновременно с освоением суши, человечество накопило знаний о море гораздо меньше. Этот очевидный разрыв в настоящее время ученые стремятся как можно быстрее ликвидировать. Сейчас уже не подлежит сомнению, что морские просторы могут дать людям не меньше разнообразной пищевой и промышленной продукции, чем земля. В связи с этим все большее внимание ученых привлекают ресурсы Мирового океана, в частности растительные. Среди них особое место принадлежит водорослям – самым древним представителям растительного мира.

В настоящее время человек использует водоросли для употребления в пищу, в медицинских целях, в косметологии, для кормления скота, в качестве удобрения, а также для производства кормов при выращивании трепанга.

При технологии приготовления корма для трепанга сырьем является полезная по всем показателям водоросль-сырец. Основным технологическим процессом при производстве корма является измельчение. Необходимую степень измельчения достигают раз-

ными способами на специальных, различных по конструкции машинах-измельчителях. Измельчение позволяет измельчать сырье за короткое время, что дает возможность увеличить объемы перерабатываемого сырья [1].

Объект и методы исследования

Измельчители с диаметром решетки менее 80 мм используются как бытовые, а выше – промышленными производствами. Отечественным стандартом утверждены измельчители с диаметром решетки 82, 120, 160, 250 мм. За рубежом выпускают волчки с диаметром решетки 82, 100, 114, 130, 160, 200, 250, 300, 400 мм. В зависимости от производительности измельчителя и его назначения мощность привода, отнесенная к производительности, изменяется от 3,5 до 5,5 кВтч на 1 т продукции [3].

В России производят такие измельчители, как В2-ФД2-Б, К6-ФВП-120, К7-ФВП-160-1, 221ФВО, ЛПК-1000В ФГУП «Воронежский механический завод».

Измельчитель-дробилка В2-ФД2-Б предназначен для среднего и мелкого измельчения сырья. Куски сырья размерами до 700 мм загружают в бункер, они подхватываются шнеком и перемещаются к измельчительному устройству. Измельчение сырья осуществляется неподвижными матрицами и вращающимися измельчителями. Шнек приводится в движение электродвигателем через клиноременную передачу и редуктор. Техническая характеристика измельчителя В2-ФД2-Б: производительность 7500 кг/ч, размер кусков сырья до измельчения 700 мм и после измельчения 40 мм, установленная мощность 45 кВт, габаритные размеры 2620х1040х1380 мм, масса 2100 кг [1, 2].

Измельчитель К6-ФВП-120 предназначен для среднего и мелкого измельчения сырья. Он установлен на станине сварной конструкции и включает механизм подачи сырья, режущий механизм, привод и загрузочный бункер.

В механизм подачи сырья к режущему механизму входят рабочий шнек, вспомогательный шнек подачи сырья к рабочему шнеку и рабочий цилиндр с внутренними ребрами. Режущий механизм – ножи, установленные на хвостовике рабочего шнека, ножевые решетки и прижимное устройство.

Измельчитель типа К7-ФВП-160-1 предназначен также для среднего и мелкого измельчения сырья [1, 2]. Он состоит из четырех основных механизмов: питающего, режущего, привода и станины, на которой монтируются все сборочные единицы, детали, электродвигатель и пусковая электроаппаратура. Волчок включает также подпорную решетку, ножевой вал, одновитковую лопасть, клиноременную передачу ножевого вала, площадку для санитарной обработки, желоб и трубчатую насадку. Питающий механизм включает бункер и шнеки. Режущий механизм состоит из подпорной решетки, выходной ножевой решетки, ножей, промежуточной и приемной решеток, а также цилиндра с внутренними ребрами и гайкой-маховиком с трубчатой насадкой. Ножи выполнены из двух частей и имеют криволинейные зубья, между которыми расположены проходные каналы для продукта. Частота вращения ножей ($8,3 \text{ с}^{-1}$) превышает частоту вращения рабочего шнека ($3,3 \text{ с}^{-1}$). Рабочий шнек в месте загрузки имеет впадины для заполнения продуктом, а загрузочный бункер под шнеком — отсекающие ребра. Эта конструкция обеспечивает равномерную и непрерывную подачу продукта в рабочую машину.

Число спиральных ребер превышает в два раза число ребер со стороны загрузочного бункера, в результате чего исключается возврат продукта в бункер. Выходная решетка толщиной 8 мм поджимается жесткой подпорой с радиальными заостренными ребрами. Конструкция этой подпоры позволяет применять решетки толщиной до 3 мм, тогда как ранее решетки заменяли на новые при износе до толщины 8 мм.

Волчок работает следующим образом: сырье массой до 0,5 кг подается в бункер, откуда захватывается рабочим и вспомогательным шнеками и направляется в зону режущего

механизма. В нем сырье измельчается до заданной степени, которая обеспечивается путем установки ножей и ножевых решеток с соответствующими диаметрами отверстий [1].

Измельчитель 221ФВО состоит из станины, загрузочной чаши, рабочего и вспомогательного шнеков, камеры, электродвигателя, муфты, мотор-редуктора, ножей, прижимной гайки, откидного столика, решеток клиноременной передачи, цепной передачи, опор, кнопки управления. Режущий механизм состоит из двух ножей, которые установлены на хвостовике рабочего шнека, решеток и прижимной гайки [3].

Привод рабочего шнека состоит из электродвигателя, клиноременной передачи; привод вспомогательного шнека – из мотор-редуктора и цепной передачи.

Измельчители ЛПК-1000В ФГУП «Воронежский механический завод». Конструкция измельчителя выполнена в виде прямоугольного силового сварного корпуса на четырех регулируемых опорах, облицованного панелями из нержавеющей стали. В верхней части корпуса расположен загрузочный бункер с подающим шнеком.

Технические характеристики российских измельчителей приводятся в табл. 1 [4].

В табл. 2 представлены технические характеристики отечественного измельчающего оборудования. Бункер имеет предохранительную решетку с блокировочным устройством. В нижней части корпуса расположены отдельные приводы рабочего и подающего шнеков, а также другие механизмы, обеспечивающие надежную работу измельчителя. Производительность 1300 кг/ч. Диаметр входной решетки 114 мм [4].

Таблица 1

Технические характеристики измельчителей

Table 1

Technical characteristics of grinders

Показатель	К6-ФВП-120	К7-ФВП-160-1
Производительность, кг/ч	2500	5000
Диаметр решеток режущего механизма, мм	120	160
Остановленная мощность, кВт	12,5	32,2
Габаритные размеры, мм	1600×900×1600	1900×1000×1650
Масса, кг	800	1200

Таблица 2

Технические характеристики отечественного измельчающего оборудования [4]

Table 2

Technical characteristics of the domestic crushing equipment [4]

Марка измельчителя	Производительность, кг/ч	Диаметр отверстий решетки, мм	Диаметр режущего механизма решетки, мм	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
МП-82	400-600	3, 6, 8, 12	82	2,8	710×400×600	200,0
МП-1-120	1000-2000	3, 5, 14	120	7,0	1040×575×600	460,0
МП-1-160	1500-3700		200	14,0	1380×610×1100	780,0
МП-2-200	2400	3, 6, 8, 25	160	20,0	1630×810×1230	1000,0
К6-ФЗП-200	4500	3, 6, 8, 16, 25	200	18,5	1720×910×1320	1200,0
К6-ФЗП-160	5000	3, 6, 8, 16, 25	160	28,0	1820×960×1350	1200,0
К6-ФЗП-120	2000	3, 5, 8, 12, 16	120	10,0	1080×700×1000	500,0

В измельчителях зарубежного производства, представленных, например, фирмой «Кремер-Греббе» (Германия), разработан режущий механизм с укороченной зоной резания. В этой схеме вместо приемной решетки устанавливают четырехперый односторонний нож и затем выходную решетку с диаметрами отверстий 1...3 мм. При этом ножевой вал вращается намного быстрее подающего шнека. За счет быстрого движения ножа повышается его режущая способность и значительно снижается давление продукта перед решеткой. Продукт меньше деформируется, его конечная структура получается зернистой. Более прочные части материала измельчают на решетке до частиц менее 1 мм [1].

В режущем комплекте фирмы «Кремер-Греббе» (Германия) установлены приемная, промежуточная и выходная решетки и первый крестообразный четырехперый нож. Жилующий нож имеет четыре пера П-образной формы. Для прочности концы перьев связаны между собой кольцом. Сплошной стороной нож прижат к промежуточной решетке, двумя режущими кромками – к выходной. Угол заточки ножа с двух сторон 90°.

Режущий и жилующий механизмы с укороченной зоной резания включают крестообразный односторонний нож, промежуточную и выходную решетки и жилующий нож с П-образными перьями. Ножи установлены на валу, который проходит внутри подающего шнека, и вращаются с большей скоростью, чем шнек.

Решетки изготавливают из инструментальных углеродистых сталей У8А, У10А, инструментальных легированных сталей 9ХС, 9ХВТ и др. Твердость на поверхности решетки составляет 56...62 НРС. Число отверстий в решетке зависит от рационального расположения отверстий при обеспечении ее прочности. Показано, что шахматное расположение позволяет получить наибольшее их количество и степень полезного использования. Так, при диаметре отверстий 2...4 мм степень использования 0,3...0,35, при 20...25 мм – 0,4...0,45 [4].

Отверстие в решетках сверлят под прямым углом к боковой поверхности или под острым углом, что улучшает условия прохождения измельчаемого продукта и условия резания.

Измельчители моделей ТА и ТМ фирмы Velati (Италия). Конструкция измельчителей ТА6 и ТМ6 идентична и представляет собой сварной силовой корпус из нержавеющей стали прямоугольной формы на четырех регулируемых опорах. В верхней части корпуса установлен бункер, который снабжен либо подающим механизмом в виде шнека (модель ТА6), либо механизмами для смещения в виде двух валов с лопатками и подачи сырья в зону резания (модель ТМ6). Сверху бункер закрывается прозрачной крышкой, которая имеет блокировку с приводом. Основной привод у измельчителя расположен внизу корпуса и имеет в первом варианте две скорости вращения подающего шнека и постоянную скорость вращения ножей. Во втором варианте переменную скорость вращения имеют как подающий, так и режущий механизмы. Производительность и диаметр выходной решетки ТА6 – 1,5 кг/ч, 150 мм и ТМ6 – 2,5, 150 мм.

Результаты и их обсуждение

Анализ измельчающего оборудования показал, что достоинством одношнековых измельчителей является высокая производительность; простота конструкции основных механизмов; легкость сборки и разборки для санитарной обработки; удобство эксплуатации; надежность работы.

При применении одношнекового измельчителя обеспечивается максимальная надежность и производительность работы с незначительными энергозатратами.

Недостатки одношнекового измельчителя: сырье медленнее измельчается, чем на двухшнековых измельчителях, и быстрее подвергается нагреву.

На рыбноводных предприятиях по своим техническим и конструкционным характеристикам двухшнековые измельчители являются более подходящим оборудованием для из-

мельчения водорослей. Основными достоинствами двухшнековых измельчителей является высокая производительность и качество при измельчении водорослей; эксплуатационная надежность: повышенный срок службы подшипников и ножей; простота технического обслуживания: удобность замены решета и ножей, регулирования. А также основным достоинством двухшнековых измельчителей является наличие двух шнеков: рабочего и вспомогательного. Благодаря этому сырье быстрее измельчается и меньше подвергается нагреву. Указанные достоинства измельчителей способствуют их успешному внедрению на многих российских и зарубежных предприятиях.

Важной характеристикой измельчительного оборудования является производительность, которая может быть рассчитана как, кг/ч:

$$P = f(n, D, \varphi, k_1, k_2, k_3, F),$$

где P – производительность волчка, кг/ч; n – частота вращения ножей, мин⁻¹; D – диаметр решетки измельчителя, м; φ – коэффициент использования всей площади решетки отверстиями для прохода продукта; k_1, k_2, k_3 – количество лезвий каждого ножа; F – поверхность одного килограмма продукта после измельчения, м²/кг.

Выводы

Нами разработан измельчитель водорослей и получен патент на полезную модель «Устройство для измельчения водорослей» № 2012154721/13 (086833), представляющий собой комбинацию режущего и протирочного механизмов, позволяющих получить массу измельченных водорослей с частичками размерами от 1 мм до 1 мкл. Достоинством такого измельчителя является высокая производительность и качество при измельчении водорослей, эксплуатационная надежность: повышенный срок службы подшипников и ножей, простота технического обслуживания: удобность замены решета и ножей, регулирования, а также основным достоинством измельчителя является наличие двух шнеков: рабочего и вспомогательного. Благодаря этому сырье быстрее измельчается и меньше подвергается нагреву.

Список литературы

1. Бредихин С.А., Бредихин О.В., Космодемьянский Ю.В. и др. Технологическое оборудование мясокомбинатов. – М.: Колос, 2005. – 392 с.
2. Горбатюк В. И. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Колос, 2000. – 335 с.
3. Ивашов В.И. Оборудование для переработки мяса. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: учеб. пособие: в 2 ч. – СПб.: Гиорд, 2007. – Ч. II – 464 с.
4. Соловьев О.В. Мясоперерабатывающее оборудование нового поколения: справ. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 470 с.

Сведения об авторах: Зеленкова Марина Олеговна, аспирант;
Крикун Дмитрий Александрович, аспирант;
Федорова Александра Игоревна, аспирант.