

ДРОБЛЕНИЕ МОРОЖЕНОЙ РЫБЫ В ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ МАШИНАХ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

З. И. Белова, С. Г. Хачманукян

В рыбной промышленности с каждым годом увеличивается производство различных кулинарных изделий (котлет, пельменей, колбас и т. д.), сырьем для которых служит измельченная рыбная масса. Однако существующие способы измельчения рыбы обладают рядом существенных недостатков и в первую очередь большой трудоемкостью и энергоемкостью процесса. Поэтому разработка и исследование новых способов измельчения рыбы приобретают все большее значение.

Весьма перспективным представляется способ измельчения рыбы, основанный на принципе дробления твердых тел путем ударного разрушения. Для этого температуру рыбы необходимо понизить до таких значений, при которых рыба приобретает свойства, благоприятные для осуществления процесса дробления.

Изучение структурно-механических свойств мяса щуки и хека (модуля упругости, предела прочности и ударной вязкости) в широком диапазоне температур (минус 18 — минус 196°С) позволило установить, что зона хрупкости для мороженой рыбы при ударном разрушении начинается в интервале температур минус 50 — минус 80°С. Естественно было предположить, что процесс дробления будет протекать наиболее эффективно при этих температурах продукта. Проведенные исследования по изучению процесса измельчения мороженой рыбы в дробильной установке роторного типа полностью подтвердили это предположение.

Для определения оптимального режима дробления, обеспечивающего при наименьших затратах энергии максимальную степень измельчения и однородность гранулометрического состава конечного продукта, было исследовано влияние конструктивных параметров роторной дробилки на эффективность процесса дробления рыбы. Процесс дробления мороженой рыбы исследовали в роторной дробилке специальной конструкции, представляющей собой корпус в виде горизонтально расположенного цилиндра, внутри которого вращается ротор с жестко закрепленными к нему ударными элементами.

Объектом измельчения служила живая щука, которую сразу после уоя разделявали на тушку и замораживали при температуре минус 35 — минус 18°С. С помощью специальных приспособлений из мороженой рыбы вырезали кусочки диаметром и высотой 10 мм, которые затем взвешивали с точностью до 1 г и равномерно подавали на ленточный транспортер, расположенный в изотермической камере. Заданная температура в изотермической камере поддерживалась путем регулируемой подачи паров жидкого азота из сосуда Дьюара. Температуры в изотермической камере, на поверхности и в толще кусков рыбы

фиксировали хромель-копелевыми термопарами, подключенными к самопишущему ленточному потенциометру марки BTGFN. При достижении в теле рыбы заданной температуры включали роторную дробилку, загрузочное отверстие которой соединяли с изотермической камерой. Одновременно включали ленточный транспортер, с которого куски рыбы равномерно ссыпались в роторную дробилку.

Измельченная масса выбрасывалась из дробильной установки через специальный разгрузочный патрубок в предварительно охлажденный приемник, изолированный пенопластом.

Привод дробилки осуществлялся от электродвигателя, имеющего скорость вращения 3000 об/мин. Передача вращения обеспечивалась при помощи клиноременной передачи. Для изменения скоростей вращения ротора дробилки использовали сменные шкивы разного диаметра.

Были проведены эксперименты по дроблению мороженой рыбы при линейной скорости ударных элементов 20, 50, 80, 110 м/с. В задачу исследования входило определение степени измельчения, гранулометрического состава измельченного продукта и энергетических затрат.

Степень измельчения определяли из отношения общей поверхности измельченной массы к первоначальной поверхности загружаемых кусков рыбы. Для определения общей поверхности частиц измельченной массы и ее гранулометрического состава использовали метод ситового анализа, который проводился в парах азота с целью предотвращения агрегации частиц. Набор сит состоял из шести штук, располагаемых в порядке убывания диаметров отверстий: 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1; 0,05 мм.

Расход энергии на дробление рыбы определяли с помощью электросчетчика, диск которого для большей точности измерений был разделен на 360 градусов.

Предварительно определяли мощность, потребляемую дробилкой в режиме холостого хода.

Зависимость степени измельчения и гранулометрического состава измельченной массы от линейной скорости ударных элементов дробилки представлена в табл. 1, в которой поверхность измельченного продукта приведена к 1 кг.

Таблица 1

Система сит	Средний диаметр частиц, мм	Линейная скорость ударных элементов, м/с							
		20		50		80		110	
		%	м ²	%	м ²	%	м ²	%	м ²
-2,0+1,0	1,5	15	0,65	9	0,39	2	0,08	0	0,00
-1,0+0,5	0,75	54	4,73	20	1,73	4	0,33	2	0,17
-0,5+0,25	0,375	23	4,01	46	8,0	21	3,65	6	1,04
-0,25+0,1	0,175	7	2,66	19	7,22	63	23,80	69	26,14
-0,1+0,05	0,075	1	0,86	6	5,22	10	8,68	23	19,98
Общая поверхность частиц измельченной массы		100	12,91	100	22,54	100	36,54	100	47,33
Степень измельчения мяса рыбы <i>i</i>		20		35		65		73	

Полученные данные по расходу электроэнергии на дробление мороженой рыбы при различной скорости ударных элементов представлены в виде графической зависимости на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что с увеличением линейной скорости ударных элементов энергозатраты на дробление мороженой рыбы увеличиваются. Однако удельный расход энергии на образование единицы новой поверхности (N_F), характеризующий экономичность процесса, значительно сокращается. Если при скорости ударных элементов 20 м/с удельный расход энергии составил 1,73 кДж/м², то при скорости 110 м/с он составил 0,91 кДж/м². Из анализа полученных данных следует, что для тонкого дробления рыбы с точки зрения энергетических затрат и равномерности гранулометрического состава наиболее целесообразно применение высоких скоростей ударных элементов — 80 м/с и более.

Скорость 80 м/с была принята в качестве рабочей и внесена в проект технологических требований на проектирование установки для тонкого измельчения мороженой рыбы в условиях отрицательных температур.

Для решения вопроса о наиболее целесообразном числе ударных элементов в исследуемой конструкции дробильной машины были проведены соответствующие эксперименты.

Конструктивное исполнение ротора дробилки позволило закреплять на нем 2, 3, 4 или 6 ударных элементов. Методика проведения эксперимента оставалась той же, что и при проведении опытов с различными скоростями вращения

ротора. Температура рыбы во всех опытах оставалась постоянной и была минус 80° С, скорость ударных элементов — 80 м/с. Результаты опытов представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Таким образом, с увеличением количества ударных элементов производительность дробильной установки возрастает, что можно объяснить большей частотой воздействия на измельчаемый материал. В то же время удельный расход энергии на образование новой поверхности несколько уменьшается.

По всей вероятности, это обуславливается тем, что при работе дробилки с меньшим числом ударных элементов при одной и той же скорости вращения ротора увеличивается время между двумя последова-

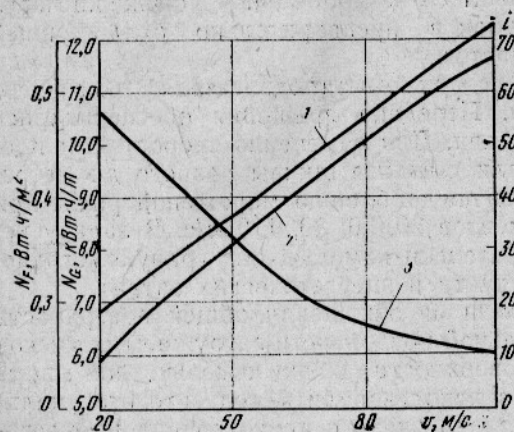


Рис. 1. Зависимость степени дробления рыбы и удельных расходов энергии от линейной скорости ударных элементов:

1 — степень дробления рыбы; 2 — удельный расход энергии, кВт·ч/т; 3 — удельный расход энергии, Вт·ч/м².

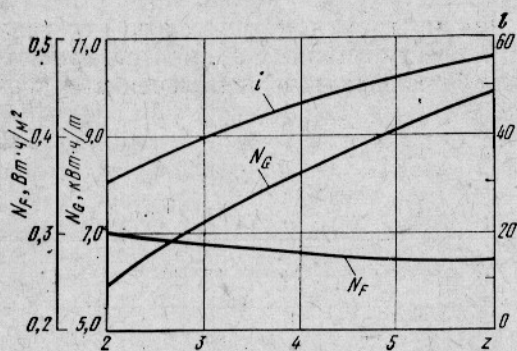


Рис. 2. Зависимость степени дробления рыбы и удельных расходов энергии от числа ударных элементов.

Таблица 2

Система сит	Средний диаметр частиц, мм	Количество ударных элементов							
		2		3		4		6	
		%	м ²	%	м ²	%	м ²	%	м ²
-2,0+1,0	1,5	12	0,52	7	0,30	5	0,22	2	0,08
-1,0+0,5	0,75	20	1,74	14	1,22	10	0,87	4	0,33
-0,5+0,25	0,375	41	7,14	37	6,44	33	5,74	20	3,65
-0,25+0,1	0,175	25	9,33	38	14,18	46	17,15	64	23,80
-0,1+0,05	0,075	2	1,73	4	3,46	6	5,20	10	8,68
Общая поверхность частиц измельченной массы		100	20,46	100	25,60	100	29,18	100	36,56
Степень измельчения мяса рыбы <i>i</i>			31		39		45		56

тельными ударами. В результате этого кусок продукта отскакивает от внутренней стенки корпуса дробильной установки на большую глубину и подвергается удару той частью ударного элемента, которая имеет меньшую линейную скорость, чем концы ударных элементов.

Таким образом, уменьшение числа ударных элементов оказывает такое же влияние на удельный расход энергии, как и снижение их линейной скорости, только в меньшей степени.

Вывод

Дробление мороженой рыбы в измельчающих машинах ударного действия с точки зрения энергетических затрат, степени измельчения и равномерности гранулометрического состава эффективно при скорости ударных элементов 70—90 м/с и их количестве, равном 6.

Crushing of frozen fish in machines of percussion action

Z. I. Belova,
S. G. Hachmanukyan

SUMMARY

The choice of the type of a crushing machine of percussion action for fine-grained crushing of frozen fish is substantiated. The influence of the constructive parameters (the number of percussion elements and their rates) of the machine on the extent of crushing fish muscles, granulometric composition of the product and consumption of energy is investigated. It is ascertained that the optimum parameters are six percussion elements running at the rate of 70—90 m/s: