

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВИБРАТОРА ИНЕРЦИОННОГО ТИПА

Канд. техн. наук Н. А. СЕМЕНОВ

(Научно-исследовательский институт механизации рыбной промышленности)

При уборке соленой сельди в бочки насыпью или при насыпании в бочки смеси свежей рыбы с солью для посола емкость тары используется недостаточно. По наблюдениям автора, в указанных случаях заполняется всего от 70 до 80% объема бочки.

Такая неплотная укладка требует длительного выдерживания наполненных бочек (24 часа и более) для «отстаивания», значительной затраты труда на докладку бочек с осевшей рыбой и больших площадей для размещения бочек на время отстаивания.

Чтобы быстро достигнуть возможно более плотной укладки соленой рыбы, применяют уплотнение ее прессом. Однако уплотнение при помощи прессы сопровождается нередко повреждением рыбы, особенно в верхних слоях. Имеются и другие неудобства в применении прессы, в связи с чем было предложено применять для уплотнения рыбы в бочках вибраторы.

Задачей настоящей работы являлось изучение процесса уплотнения соленой рыбы и рыбосолевой смеси в бочках при помощи вибратора инерционного типа. Испытания вибратора проводились в береговых условиях на Калининградском холодильнике и на плавучей базе «Гунгус» в условиях промысла сельди в Северной Атлантике.

В работе участвовали научные сотрудники ВНИРО и БалтНИРО А. П. Макарова, Б. Н. Миллер, А. Н. Морев и сотрудник Астрыбвтуза М. А. Данилов¹.

УСТРОЙСТВО ВИБРАТОРА И ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО РАБОТЫ

Инерционный вибратор (рис. 1), предназначенный для уплотнения рыбы в бочках (емкостью от 50 до 150 л) и ящиках, состоит из рамного основания 1, подвижной платформы 2 для установки вибрируемой тары, двенадцати винтовых пружин 3, посредством которых платформа опирается на основание, дебалансной оси 4 с насаженными на нее двумя неуравновешенными грузами и электромотора 5. Вес вибратора 420 кг.

Принцип действия вибратора состоит в возбуждении колебаний подвижной платформы по эллиптическим траекториям при помощи сил инерции вращающихся неуравновешенных грузов дебалансной оси. Эти колебания вызывают относительные смещения находящейся в таре рыбы, а сила тяжести рыбы и вертикальная составляющая силы инерции (направленная вниз в течение полупериода колебания) способствуют при этом уплотнению укладки.

¹ М. Д. Даниловым описано устройство вибратора и принцип его работы.

Основание вибратора представляет сваренную из швеллеров № 18 прямоугольную раму длиной 1700 мм и шириной 600 мм. Продольные швеллеры имеют в верхней части сегментные вырезы в месте расположения боек дебалансной оси. Внутри рамы, у ее короткой стороны, приварены салазки для установки электромотора.

Подвижная платформа состоит из рамы такой же формы и конструкции, как основание, сделанной из швеллеров № 10. На раму сверху приварен стальной лист длиной 1730 мм, шириной 668 мм и толщиной 8 мм, служащий площадкой для установки тары с рыбой. Чтобы бочки не сдвигались с площадки и не ударялись одна о другую во время вибрации, по краям площадки имеются бортики высотой 50 мм, вдоль которых закреплены деревянные бруски шириной 90 мм и высотой 50 мм, а также приварены специальные проушины для установки фиксаторов бочек, делящих площадку поперек на три почти равные части.

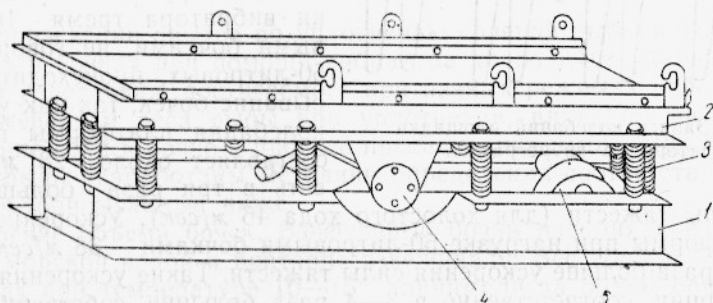


Рис. 1. Инерционный вибратор.

Пружины, поддерживающие площадку, имеют 10 витков общей высотой 170 мм и диаметром 70 мм. Диаметр прутка, из которого сделаны пружины, 8 мм. На продольных сторонах рамы установлены по четыре, а на поперечных — по две пружины. Концы пружин насажены на цилиндрические закрепители с винтовыми канавками, на которые надеваются 2 витка пружины. Средняя жесткость всей системы пружин около 600 кг/см^2 .

Дебалансная ось расположена снизу по середине платформы в поперечном направлении. Подшипники оси установлены в чугунных боксах, прикрепленных болтами к нижним полкам швеллеров платформы. На ось насажены на шпонках шкив клиноременной передачи и две цилиндрические муфты дебалансов. К последним на шпильках (длиной 175 мм и диаметром 24 мм) прикрепляют дебалансные грузы в форме цилиндрических шайб, зажатых между двумя гайками (вес каждого груза 0,7 кг, а шпильки с гайками — 0,8 кг).

Привод вибратора осуществляется электромотором АДО 32/4 мощностью 2,3 квт с числом оборотов 1440 в минуту.

Передаточное отношение клиноременной передачи от шкива электромотора на дебалансную ось равно единице, соответственно чему число оборотов электромотора должно быть равно числу колебаний платформы. Записи колебаний платформы, произведенные при помощи вибрографа ВР-1, показали, что фактическая частота колебаний составляла от 1398 до 1482 в минуту, в зависимости от изменения угловой скорости вращения электромотора при колебании напряжения в сети.

Амплитуда колебаний (то есть половины всего размаха колебаний) ненагруженной платформы составляла в среднем 1,75 мм при отклонениях в пределах от 1,55 до 2,22 мм, что объясняется появлением субгармонических колебаний с частотами в 2 и 3 раза меньше основной и наличием биений в отдельных случаях.

При испытаниях вибратора с нагрузкой появление субгармонических колебаний наблюдалось чаще, чем при холостом ходе, и было различным в разных участках платформы. Было замечено, что нарушение гармонического характера движений платформы и появление биений зависит в основном от наличия прогиба у отдельных пружин, снижающего их жесткость.

Удаление дебалансных грузов значительно уменьшает центробежные силы, вызывающие колебания платформы, а вместе с этим уменьшается и амплитуда колебаний платформы почти вдвое (до 0,90 мм). Увеличение нагрузки на платформу также уменьшает амплитуду колебаний, но

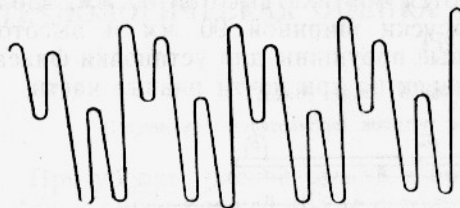


Рис. 2. Запись колебаний площадки вибратора на виброграмме.

в меньшей степени (теоретически в отношении корня квадратного из величины нагрузки).

При наличии полных дебалансных грузов в случае нагрузки вибратора тремя 100-литровыми бочками, не говоря уже о 50-литровых, происходит подбрасывание бочек, так как ускорение колебания платформы при этом составляет около 28 м/сек, то есть в три раза больше уско-

рения силы тяжести (для холостого хода 46 м/сек). Ускорение колебания платформы при нагрузке 50-литровыми бочками — 38 м/сек, то есть в четыре раза больше ускорения силы тяжести. Такие ускорения создают силы инерции, соответственно в 3—4 раза большие собственного веса рыбы, что при вертикальном действии этих сил вызывает уплотнение укладки. При выключении мотора вибратора наблюдается прохождение

Таблица 1

Номер опыта	Нагрузка на площадку вибратора	Установка дебалансных грузов	Место записи колебаний на платформе	Основная частота колебаний		Амплитуда колебаний в мм		
				гц	колебаний в минуту	минимальная	максимальная	средняя
1	Без нагрузки	Дебалансные грузы установлены на вибраторе в крайнем нижнем положении	Середина края площадки	24,2	1452	1,62	2,22	1,90
2	То же	То же	То же	23,8	1428	1,32	2,50	1,89
3	"	"	"	24,0	1440	1,55	1,80	1,63
4	"	"	"	23,5	1410	1,57	1,87	1,70
5	Три 100-литровые бочки с сельдью весом около 350 кг	"	По середине площадки	23,3	1398	0,68	2,04	1,32
6	Три 50-литровые бочки с салакой весом 153 кг	"	Середина края площадки	23,6	1416	1,49	1,82	1,72
7	Без нагрузки	Без дебалансных грузов	То же	24,2	1452	0,48	1,39	0,90
8	Три 50-литровые бочки с салакой весом 153 кг	То же	"	23,8	1425	0,60	0,80	0,72

платформы через резонанс (при частоте 420—360 колебаний в минуту), во время которого амплитуды колебаний достигают больших величин— до 10—15 мм.

Если основание вибратора не закреплено, то в это время вибратор начинает подпрыгивать, особенно, если площадка находится под нагрузкой, причем верхний слой рыбы разбрасывается и плотность укладки снижается.

Частота и амплитуда колебаний площадки, наблюдавшиеся при различных нагрузках на нее и при снятых и установленных дебалансных грузах, показаны в табл. 1. Направление движения площадки вибратора — вертикальное. На рис. 2 изображен участок записи виброграммы, снятой при изучении колебаний площадки вибратора без нагрузки (опыт № 1).

МЕТОДИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении опытов по уплотнению соленой рыбы или рыбосолевой смеси в бочках при помощи вибратора проводились наблюдения за степенью уплотнения, достигаемого при разных режимах работы вибратора, изменением веса рыбы при уплотнении, влиянием вибрации на размещение соли в бочке и процесс просаливания рыбы. Применительно к этому были разработаны методики определения соответствующих показателей, описываемые ниже.

Измерение объема бочек. Взвешенные бочки наполняли водопроводной или морской водой и повторно взвешивали. Вес воды в бочке в килограммах при температуре 10—15° принимали за объем бочки в литрах.

Определение удельного веса свежей и соленой рыбы (салаки и атлантической сельди) производилось при помощи специальных приборов в виде большой пробирки емкостью около 1 л или конического сосуда с удлиненным горлышком емкостью около 5 л, схематично изображенных на рис. 3.

Пробирка и конический сосуд закрываются пробками, в которые плотно вставлены две градуированные трубки с делениями 0,1 мл. Объем сосудов точно измеряется путем взвешивания заполняющей их воды или известной концентрации солевого раствора при определенной температуре. Для определения удельного веса рыбы чистые сухие сосуды взвешивают, вносят в них небольшое количество воды или солевого раствора, снова взвешивают сосуды с жидкостью и помещают в них отвешенную порцию рыбы (400—500 г салаки или 1,5—2,0 кг сельди), после чего опять взвешивают. Затем пробки плотно закрывают и через градуированные трубки приливают добавочное количество жидкости до полного удаления воздуха из сосудов. Уровень жидкости должен достигнуть соответствующей отметки на трубке. После этого сосуды опять взвешивают и расчетом определяют занимаемый рыбой объем и ее удельный вес.

Определение степени уплотнения соленой рыбы. Соленую рыбу насыпают или укладывают рядами в предварительно взвешенные и измеренные бочки. Заполненные рыбой бочки взвешивают. Затем, исходя из всего объема бочки, занятого рыбой и воздухом, веса помещенной в бочку рыбы и ее удельного веса (определяют заранее), вычисляют объем

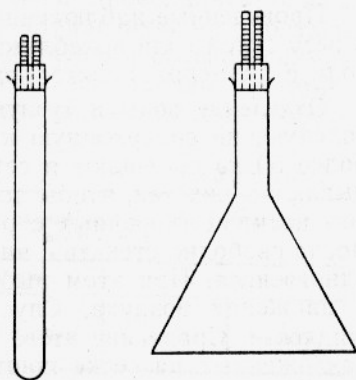


Рис. 3. Приборы для определения удельного веса рыбы.

рыбы и объем воздуха в бочке до уплотнения. После вибрации в течение определенного времени или уплотнения другими способами определяют новый объем, занимаемый смесью рыбы с воздухом (по осадке уровня рыбы в бочке), и устанавливают, какая часть этого объема приходится на долю воздуха. Условно принимается, что уплотнение не изменяет объема рыбы в бочке.

Эффективность вибрации или других способов уплотнения оценивается: а) по относительному уменьшению объема воздуха в смеси рыба—воздух или б) по относительному содержанию воздуха в смеси после уплотнения.

Определение количества кристаллической соли в смеси с рыбой и тузлуком. Смесью рыбы, соли и тузлука в бочке тщательно разбирают, причем рыбу вместе с приставшей к ней солью осторожно перекладывают в другую бочку, заполненную на одну треть тузлуком с удельным весом 1,2. Переложенную рыбу хорошо перемешивают в тузлуке для освобождения от соли и выкладывают в носилки. Затем тузлук из бочки сливают и находящуюся на ее дне соль переносят во взвешенную банку. В эту же банку переносят также соль, оставшуюся на дне бочки, в которой находилась исследуемая смесь рыбы с солью и тузлуком до разборки. Осторожно сливают отделившийся в банке с солью тузлук и оставляют банку в покое на 5 минут. После этого повторно сливают тузлук до тех пор, пока он станет отделяться каплями и на краю банки появятся мелкие кристаллы соли.

После сливания тузлука банку взвешивают и определяют вес мокрой кристаллической соли. Для определения коэффициента перевода мокрой соли в сухую берут пробу соли, использовавшейся для посола рыбы, в количестве 500—1000 г и заливают ее 3—4 объемами насыщенного тузлука. Тщательно перемешав соль с тузлуком, освобождают ее затем от тузлука путем двукратной декантации с 5-минутным перерывом, как указано выше.

Проведенные наблюдения показали, что отношение веса мокрой соли к весу сухой соли колеблется от 1,2 (для соли помола № 2) до 1,6 (для соли с размером кристаллов от 0,25 до 0,5 мм).

Отделение воды и тузлука от свежей и соленой рыбы. Свежую или соленую, не содержащую кристаллической соли рыбу в количестве не более 50 кг высыпают в сетные носилки или лозовые корзины и укладывают в них так, чтобы толщина слоя рыбы не превышала 20 см. Затем носилки (корзины) с рыбой ставят на подставки, чтобы жидкость могла свободно стекать с них, и оставляют в таком положении в течение одного часа. При этом рыба должна быть защищена от лучей солнца и движения воздуха. Спустя час рыба считается освобожденной от жидкости. Сравнение этого метода с методом стекания тузлука с рыб, разложенных на сетке поштучно (без соприкосновения рыбок) в течение 15 минут и методом обсушивания рыбы марлей показало хорошее совпадение результатов.

Определение размещения соли в бочке при вибрации рыбосолевой смеси. Смесью рыбы и соли приготовленную в определенной пропорции в количестве, достаточном для заполнения $\frac{1}{3}$ бочки, осторожно ссыпают в бочку и накрывают проволочным кругом, обтянутым мелкоячеистой делью и снабженным веревочными поводками, выведенными на торец бочки.

Поверх круга, покрывающего первую порцию смеси рыбы и соли, насыпают вторую такую же порцию рыбосолевой смеси, заполняющей вторую треть бочки, и поверх нее кладут второй проволочный круг с натянутой делью и поводками. На второй круг насыпают третью порцию рыбосолевой смеси. Затем бочку с уложенной рыбосолевой смесью подвергают вибрации в течение заданного времени.

После вибрации бочку с рыбосолевой смесью взвешивают, чтобы проверить, не было ли потерь, после чего осторожно извлекают верхнюю треть рыбосолевой смеси, поднимая лежащий под ней круг за поводки.

Затем бочку снова взвешивают и по разности определяют вес изъятной рыбосолевой смеси. После взвешивания из бочки тем же порядком извлекают среднюю треть рыбосолевой смеси и определяют ее вес, а также и вес нижней трети смеси.

Сопоставляя вес трех порций рыбосолевой смеси до и после вибрации, устанавливают величину перераспределения соли в бочке, вызванного вибрацией.

Результаты опытов уплотнения соленой салаки и сельди. Вначале опыты проводились с соленой салакой I сорта. Салака была поймана в Вислинском заливе неводами в первых числах мая. По доставке на берег через 4—6 часов после вылова рыба была перекачена из судов в посолочный цех при помощи рыбонасоса и посолена сухим посолом в чанах. Через 15 дней высоленная салака была убрана в 100-литровые бочки и залита насыщенным тузлуком. Содержание соли в рыбе целиком составляло 17,9% и влаги 57,9%; вес рыбок колебался от 30 до 35 г; удельный вес рыбы был равен 1,19.

Для опытов соленую салаку освобождали от тузлука и укладывали на посольный стол. Со стола рыбу ссыпали в 50-литровые бочки, которые устанавливали так, чтобы торец бочки находился на расстоянии 250 мм от поверхности стола.

После заполнения рыбой бочки взвешивали и ставили на вибратор. Вибрации во всех случаях подвергали одновременно три бочки. Продолжительность вибрации была принята равной 1, 3 и 5 минутам. Так как требовалось оценить влияние на уплотнение рыбы дебалансных грузов, вибрацию бочек с рыбой производили при установленных на вибраторе в крайнем нижнем положении грузах и при снятых грузах. Помимо опытов уплотнения насыпанной в бочки салаки, проводились опыты уплотнения салаки при насыпании в бочку, поставленную на работающий вибратор. Результаты наблюдений за уплотнением соленой салаки приведены в табл. 2. Для сравнения определяли естественное уплотнение, получающееся при отстаивании бочек с рыбой в течение 22,5—23 часов.

Таблица 2

Номер бочки	Объем бочки в л	Вес соленой салаки, насыпанной в бочку, в кг	Длительность вибрации в минутах	Объем, занимаемый в бочке рыбой и воздухом, в %			
				до уплотнения		после уплотнения	
				рыба	воздух	рыба	воздух
I. Вибрирование бочек с насыпанной в них салакой при снятых дебалансных грузах							
1	51,2	43,20	1	70,9	29,1	76,7	23,3
2	53,3	42,50	1	66,7	33,3	73,0	27,0
3	50,6	40,05	1	66,5	33,5	73,8	26,2
	Среднее . . .		—	68,0	32,0	74,5	25,5
4	50,2	37,00	3	61,9	38,1	71,0	29,0
5	51,1	40,75	3	67,2	32,8	73,8	26,2
6	53,8	42,00	3	65,5	34,5	72,2	27,8
	Среднее . . .		—	64,9	35,1	72,3	27,7

Номер бочки	Объем бочки в л	Вес солевой салаки, насыпанной в бочку, в кг	Длительность вибрации в минутах	Объем, занимаемый в бочке рыбой и воздухом, в %			
				до уплотнения		после уплотнения	
				рыба	воздух	рыба	воздух
7	51,2	40,10	5	65,6	34,4	76,8	23,2
8	50,2	38,60	5	64,6	35,4	75,0	25,0
9	51,1	40,95	5	67,3	32,7	76,1	23,9
	Среднее . . .		—	65,8	34,2	76,0	24,0
II. Вибрирование бочек с насыпанной в них салакой при установленных дебалансных грузах							
10	51,1	44,05	1	72,4	27,6	82,0	18,0
11	53,5	46,45	1	72,9	27,1	81,9	18,1
12	50,6	41,15	1	68,3	31,7	79,6	20,4
	Среднее . . .		—	71,2	28,8	81,2	18,8
13	51,2	42,10	3	69,1	30,9	81,5	18,5
14	50,2	41,20	3	69,0	31,0	81,2	17,8
15	50,4	40,00	3	68,4	31,6	81,5	18,5
	Среднее . . .		—	68,8	31,2	81,7	18,3
16	49,8	41,80	5	70,5	29,5	83,1	16,9
17	51,0	42,90	5	70,7	29,3	83,8	16,2
18	53,8	44,35	5	69,2	30,8	83,3	16,7
	Среднее . . .		—	70,1	29,9	83,4	16,6
III. Вибрирование бочек при насыпании в них салаки (дебалансные грузы установлены)							
19	51,0	53,90	—	—	—	88,8	11,2
20	51,0	56,05	—	—	—	92,3	7,7
21	51,0	56,10	—	—	—	92,4	7,6
	Среднее . . .		—	—	—	91,2	8,8
IV. Отстаивание бочек с насыпанной салакой в течение 22,5—23 часов							
22	51,1	41,55	—	68,3	31,7	76,8	23,2
23	53,6	46,25	—	72,6	27,4	82,4	17,6
24	50,6	41,45	—	68,8	31,2	79,4	20,6
	Среднее . . .		—	69,9	30,1	79,5	20,4
25	50,2	41,70	—	69,8	30,2	81,4	18,6
26	51,2	44,30	—	72,7	27,3	85,5	14,5
27	49,8	41,50	—	69,9	30,1	82,2	17,8
	Среднее . . .		—	70,8	29,2	83,0	17,0

Данные, приведенные в табл. 2, позволяют сделать следующее заключение.

Уплотнение соленой салаки при отсутствии на вибраторе дебалансных грузов в 1,5 раза менее эффективно, чем при наличии дебалансных грузов, установленных в крайнем нижнем положении. При максимальном уплотнении, достигаемом при вибрировании в случае наличия на вибраторе дебалансных грузов, в бочках остается около 17% свободного пространства. При заполнении этого пространства тузлуком соотношение тузлука и рыбы в бочке будет около 18:82, что примерно соответствует соотношению, получаемому при обычной уборке салаки чанового посола с применением отстаивания, и совпадает с результатами наших наблюдений за оседанием рыбы в бочках, приведенными в табл. 2.

Повреждений соленой салаки при уплотнении ее на вибраторе не наблюдалось. Таким образом, применение инерционного вибратора для уплотнения соленой салаки является весьма желательным. Оптимальная длительность вибрации соленой салаки составляет 5 минут; при опытах более длительного вибрирования увеличение уплотнения было весьма незначительным.

Сочетание процессов вибрирования и насыпания соленой салаки в бочку позволяет существенно увеличить степень уплотнения рыбы и соответственно повысить коэффициент полезного использования бочек (до 90—92%). Кроме того, это позволяет сделать процесс уборки соленой салаки непрерывным.

Проверка веса крепкосоленой салаки после вибрации показала, что в результате вибрирования он уменьшился всего на 0,4%. Таким образом, можно считать, что выжимание сока из рыбы при вибрации практически не происходит.

Опыты были повторены с соленой атлантической сельдью осеннего лова (октябрь), имевшей соленость около 10% и удельный вес 1,11. Одновременно с уплотнением сельди на вибраторе уложенную рядовой кладкой сельдь уплотняли при помощи рычажного пресса, а также проверяли естественное уплотнение, достигаемое при отстаивании бочек с насыпанной сельдью. Во время уплотнения сельди на вибраторе дебалансные грузы были установлены в крайнем нижнем положении. Давление на поверхность сельди в бочке при отжимании прессом достигало 150—200 кг.

Результаты опытов с сельдью приведены в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что в случае насыпания сельди в бочки 5-минутная вибрация дает такое же уплотнение, как 18-часовое отстаивание, и, таким образом, может вполне заменить последнее. Для уплотнения сельди, уложенной рядами, рычажный пресс несколько более эффективен, чем вибратор. Однако пресс не всегда возможно употреблять и, в частности, при большой жирности или слабой консистенции мяса сельди прессование довольно опасно, так как можно повредить весь верхний ряд сельди. Этого можно избежать, уменьшая давление при прессовании, но тогда уменьшается и плотность укладки сельди. Повреждения наружных покровов соленой сельди при вибрации не происходит; в этом мы убедились на опытах с жирной сельдью осеннего лова (октябрь). Хотя действие вибратора на слабосоленую рыбу нами не проверялось, можно ожидать, что значительной разницы сравнительно со среднесоленой рыбой не будет.

Результаты опытов по уплотнению рыбосолевой смеси. Задачей опытов было установить характер перемещения соли в рыбосолевой смеси при вибрировании. Для опытов была взята крепкосоленая салака, которую специально смешивали с солью. Исходная соленая салака была взята та же, что и в вышеописанных опытах.

Таблица 3

Номер бочки	Объем бочки в л	Вес соленой сельди в за- полненной бочке перед уплотнением в кг	Объем, занимаемый в бочке рыбой и воздухом, в %			
			до уплотнения		после уплотнения	
			рыба	воздух	рыба	воздух
I. Вибрирование сельди, насыпанной в бочки, в течение 5 минут						
1	102,0	90,3	79,8	20,2	85,4	14,6
2	98,3	81,2	74,5	25,5	83,1	16,9
3	101,7	82,3	72,9	27,1	81,8	18,2
Среднее . . .			75,7	24,3	83,5	16,5
II. Вибрирование сельди, уложенной в бочки рядами, в течение 10 минут						
4	106,4	102,8	87,0	13,0	88,9	11,1
5	108,7	103,1	85,5	14,5	90,4	9,6
6	92,8	93,3	90,6	9,4	90,9	9,1
Среднее . . .			87,6	12,4	90,0	10,0
III. Прессование сельди, уложенной в бочки рядами						
7	98,6	95,9	87,6	12,4	92,8	7,2
8	98,8	96,9	88,4	11,6	92,2	7,8
Среднее . . .			88,0	12,0	92,5	7,5
IV. Отстаивание бочек с насыпанной сельдью в течение 18 часов						
9	101,4	88,3	78,4	21,6	87,0	13,0
10	98,8	85,0	77,5	22,5	84,6	15,4
Среднее . . .			78,0	22,0	85,8	14,2

Предварительно было установлено, насколько крепкосоленая салака изменяет свой вес в результате вибрации. Для этого соленую салаку закладывали в бочку в виде трех обособленных взвешенных порций, которые разделяли сетчатыми прокладками. Бочки с уложенной салакой подвергали 5-минутной вибрации, а затем вынимали и взвешивали все 3 порции рыбы отдельно, как описано в разделе «Методика технологических исследований». При вибрации дебалансные грузы были установлены на вибраторе в крайнем нижнем положении.

Результаты наблюдений за изменением веса крепкосоленой салаки при вибрации приведены в табл. 4.

Из данных табл. 4 видно, что в результате вибрации вес рыбы, находившейся в верхней и средней части бочки, несколько уменьшился (примерно на 1%), а занимавшей нижнюю треть бочки соответственно увеличился.

Таблица 4

Номер бочки	Расположение рыбы в бочке	Вес рыбы до вибрации в кг	Вес рыбы после вибрации в кг	Увеличение (+) или уменьшение (-) веса рыбы в кг	
1	Верхняя часть	11,25	11,25	0	
	Средняя „	15,45	15,10	-0,35	
	Нижняя „	13,70	14,05	+0,35	
	Всего	40,40	40,40	-	
2	Верхняя часть	9,60	9,50	-0,1	
	Средняя „	12,80	12,60	-0,2	
	Нижняя „	13,00	13,30	+0,3	
	Всего	35,40	35,40	-	
3	Верхняя часть	26,25	26,10	-0,15	
	Средняя „				
	Нижняя „	11,45	11,60	+0,15	
	Всего	37,70	37,70	-	
	Суммарно по трем бочкам:				
	верхняя и средняя части . .	75,35	74,55	-0,8	
нижняя часть	38,15	38,95	+0,8		
	Всего	113,50	113,50	-	

Результаты наблюдений за перемещением соли в бочке при 5-минутной вибрации крепкосолёной салаки, смешанной с солью, приведены в табл. 5 (дебалансные грузы на вибраторе были установлены в крайнем нижнем положении).

Как видно из табл. 5, наблюдается значительное изменение веса смеси в разных участках бочки по высоте. С учетом изменения веса самой рыбы, согласно данным табл. 4, при вибрации происходит перемещение соли из верхних слоев рыбосолевой смеси в нижние в размере до 25—30% от исходной дозировки. Это явление, приводящее к нарушению равномерного смешивания рыбы с солью, следует особо учитывать при насыпании в бочки рыбосолевой смеси, подвергаемой в последующем вибрации.

По-видимому, влияние перемещения соли при вибрации рыбосолевой смеси можно уменьшить, если часть соли не смешивать с рыбой, а складывать на верхние слои рыбы в бочки после вибрации.

Соответствующий опыт был проведен со свежей салакой¹, причем смесь ее с солью насыпали в бочки, установленные на работающий вибратор. Заполнение бочек рыбосолевой смесью длилось 2 минуты; заполненные бочки дополнительно вибрировали в течение 5 минут. Часть соли в количестве 20% от общей дозировки, требуемой для посола салаки, не была введена в рыбосолевою смесь и по окончании вибрации бочек была насыпана на верхний слой рыбы.

Для контроля одновременно в другие бочки была помещена смесь салаки с солью без вибрации, причем, как и в первом случае, 80% соли

¹ Салака имела навеску 35—40 г; содержание влаги в рыбе целиком равнялось 76,4%; удельный вес — 1,05.

Таблица 5

Номер бочки	Расположение смеси в бочке (слой)	Заложено в бочку перед вибрацией в кг			Вес смеси после вибрации	Увеличение (+) или уменьшение (-) веса смеси в кг
		рыба	соль	всего смеси		
1	Верхний	14,76	2,02	16,78	15,02	-1,76
	Средний	16,39	2,40	18,79	19,50	+0,71
	Нижний	16,83	2,92	19,75	20,80	+1,05
	Всего	47,98	7,34	55,32	55,32	—
2	Верхний	12,87	1,94	14,81	14,50	-0,31
	Средний	18,60	2,79	21,39	21,10	-0,29
	Нижний	12,60	1,90	14,50	15,10	+0,60
	Всего	44,07	6,63	50,70	50,70	—
3	Верхний	13,62	2,00	15,62	15,25	-0,37
	Средний	13,88	2,08	15,96	15,85	-0,11
	Нижний	13,50	2,02	15,52	16,00	+0,48
	Всего	41,00	6,10	47,10	47,10	—
	Суммарно по бочкам: верхний	41,25	5,96	47,21	44,77	-2,44
средний	48,87	7,27	56,14	56,45	+0,31	
нижний	42,93	6,84	49,77	51,90	+2,13	
	Всего	133,05	20,07	153,12	153,12	—

были смешаны с рыбой, а 20% насыпаны поверх рыбы в бочке. Через 24 часа бочка с частично просолившейся салакой были разобраны и вес рыбы, а также количества нерастворившейся кристаллической соли и образовавшегося тузлука по возможности точно учтены по методике, приведенной выше.

Результаты этих учетов приведены в табл. 6.

Таблица 6

Номер бочки	Условия посола	Заложено в бочки при посоле в кг			Получено при разборке бочек после 24 часов посола в кг			
		рыба	соль, смешанная с рыбой	соль, насыпанная поверх рыбы	рыба	кристаллическая соль	тузлук	удельный вес тузлука при +10°
1	При насыпании в бочки рыбосолевая смесь подвергалась вибрации	40,00	4,80	1,2	36,00	0,31	9,69	1,166
2		40,00	4,80	1,2	35,90	0,40	9,70	1,162
3		40,00	4,80	1,2	35,10	0,05	10,85	1,151
4	Рыбосолевая смесь не подвергалась вибрации (контроль)	40,00	4,80	1,2	35,25	0,18	10,57	1,147
5		40,00	4,80	1,2	34,95	0,01	11,04	1,149

Чтобы иметь достаточно точное представление о ходе просаливания салаки, необходимо знать количество соли, содержащейся в тузлуке и рыбе через 24 часа посола.

Содержание соли в тузлуке может быть найдено по его удельному весу, так как перешедшие из рыбы растворимые вещества в малой степени влияют на его величину. Тогда количество соли, вошедшей в рыбу, может быть вычислено по разности между общим количеством соли, взятым для посола, и количеством соли, оставшейся нерастворенной и содержащейся в тузлуке.

Для определения коэффициента насыщения солью (K_n) воды, содержащейся в рыбе и тузлуке, соответствующий расчет производится исходя из содержания влаги в исходной свежей салаке (целиком) 76,4%.

По данным опытов, представленным в табл. 6, установлено распределение соли и воды между рыбой и тузлуком, достигнутое через 24 часа посола; результаты вычислений приведены в табл. 7.

Таблица 7

Показатели	Посола с применением вибрации рыбосолевой смеси при насыпании в бочки (бочки № 1 и 2)	Посола без применения вибрации рыбосолевой смеси (бочки № 3, 4 и 5)
Заложено в бочки при посоле в кг:		
рыбы	80,00	120,00
соли	12,00	18,00
Получено при разборке бочек после 24 часов посола в кг:		
рыбы	71,90	105,30
тузлука	19,39	32,46
нерастворившейся соли . .	0,71	0,24
Содержание соли в кг:		
в рыбе	7,07	11,31
в тузлуке	4,22	6,45
нерастворимый остаток . .	0,71	0,24
Распределение взятой для посола соли в %:		
в рыбе	58,9	62,9
в тузлуке	35,2	35,8
нерастворимый остаток . .	5,9	1,3
Выход соленой рыбы в % от веса сырка	89,9	87,8
Соленость рыбы в %	9,8	10,7
Коэффициент насыщения солью (K_n):		
рыбы	51	56
тузлука	82	76

Сравнение результатов опытов по данным табл. 7 показывает, что вибрация оказала замедляющее действие на процесс просаливания рыбы. Это хорошо видно по распределению соли между рыбой и тузлуком, по наличию большого количества нерастворившейся кристаллической

соли и по солености салаки. Особенно резко это проявляется в коэффициентах насыщения воды солью. Разность между K_n тузлука и рыбы в опытах с вибрацией рыбосолевой смеси составляет 31, а в опытах без вибрации, когда рыбосолевая смесь была более рыхлой, — всего 20.

Так как при 15%-ном посоле салаки равновесие достигается, когда K_n рыбы составляет около 61, а K_n тузлука — около 64, получаемая разность между этими показателями имеет важное значение для определения просаливания рыбы при разных условиях. В контрольном опыте посола салаки без вибрации K_n рыбы оказался всего на 5 единиц меньше величины, типичной для состояния полного насыщения, в то время как в опыте посола с вибрацией разница была вдвое больше и составляла 10 единиц.

Замедление просаливания при посоле с вибрацией составляет примерно 10%. Причиной такого замедления является, по-видимому, частичное слипание отдельных рыбок между собой, приводящее к тому, что не вся поверхность салаки находится в контакте с солью или тузлуком.

Явление замедления просаливания рыбы в случае применения вибрации рыбосолевой смеси наблюдалось нами и при опытах посола хамсы в стеклянных банках, проводившихся ранее.

В указанных опытах смесь хамсы с 15% соли вибрировали в течение 1,5 минуты, после чего оставляли при 4° на 24 часа для просаливания. При этом количество образовавшегося тузлука оказалось на 5% меньше, а количество нерастворившейся соли — на 25% больше, чем в контрольном опыте посола хамсы без вибрации; соленость хамсы в контрольном опыте также была несколько выше. Таким образом, можно считать установленным, что уплотнение рыбосолевой смеси, достигаемое путем вибрации на инерционном вибраторе, приводит к замедлению просаливания рыбы.

ВЫВОДЫ

1. Применение вибратора для уплотнения соленой салаки и сельди при уборке их в бочки насыпью весьма эффективно и может быть рекомендовано на практике. Повреждения соленой рыбы или выжимания из нее сока при вибрировании не происходит. Степень уплотнения соленой рыбы при 5-минутной вибрации со скоростью 1440 колебаний в минуту достигается практически такая же, как при 18—23-часовом отстаивании бочек с насыпанной рыбой.

Особенно хорошие результаты получаются при сочетании вибрирования с насыпанием рыбы в бочки (рыбу насыпают в бочки, установленные на работающий вибратор). В этом случае до 91—92% всего объема бочек заполняется рыбой и только 8—9% остается свободным.

2. Уплотнение уложенной рядами соленой атлантической сельди при помощи рычажного пресса несколько эффективнее, чем вибратором, но сопряжено с опасностями повреждения верхних слоев сельди в бочках.

Ввиду этого для уплотнения жирной и слабосоленой сельди, обладающей нежной консистенцией, предпочтительно применять вибратор.

3. Использование вибратора для уплотнения рыбосолевой смеси в бочках при посоле рыбы на механизированных линиях не может быть рекомендовано, так как при вибрировании происходит перемещение соли сверху вниз по высоте бочки, что приводит к неравномерному распределению соли по всей массе рыбы. Кроме того, при уплотнении рыбосолевой смеси вибратором замедляется просаливание рыбы.

При проводившихся опытах вибрирования смеси салаки с солью количество соли в части смеси, занимавшей верхнюю треть бочки, снижалось на 25—30%, в средней части бочки не менялось, а в нижней трети бочки повышалось на 25—30% по сравнению с исходным. Просаливание салаки в результате 5-минутной вибрации рыбосолевой смеси замедляется примерно на 10%.