
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 664.951.002.5

В.И. Погонец

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛКИ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ ВАКУУМНЫМ СПОСОБОМ

Разработано роторное устройство для исследования процесса разделки сардины вакуумным способом. Выполнены экспериментальные работы на рабочем стенде, получены удовлетворительные результаты зачистки брюшной полости у рыб, проведен анализ протекания процесса.

Ключевые слова: процесс, разделка, сардина, вакуумный способ.

V.I. Pogonets

RESEARCH PROCESS OF GUTTING SARDINES PACIFIC VACUUM METHOD

Developed rotary device for studying the process of cutting the sardines vacuum method. Experimental work on your stand, the results are satisfactory stripping of the abdominal cavity of fishes, conducted an analysis of the process.

Key words: process, cutting, sardine, the vacuum method.

По данным ТИПРО-Центра, «наблюдается восстановление запасов сардины и скумбрии, в прикурильских водах общие запасы скумбрии составляют сейчас более 3 млн тонн, а сардины – 0,7 млн тонн». Введение этих объектов в эксплуатацию должно стать перспективным на близкую перспективу. «Это потребует дополнительных усилий в 2016 г и последующие годы по организации добычи этих объектов, разработке новых технологий хранения и рыбопереработки» [3].

Вылов сардины тихоокеанской прекратился с начала 90-х гг. в связи с тем, что в уловах ее наличие составляло минимальное количество. С тех пор все заинтересованные рыбозаводы, промышленные предприятия, конструкторские бюро, научные учреждения и вузы практически не занимались вопросами совершенствования технологии хранения, механизации, разделки и переработки этого объекта. Существующие устаревшие технологии хранения этого сырья сегодня не отвечают современным требованиям, нового оборудования для разделки этой рыбы нет, а устаревшие существующие рыбобразделочные машины с механическим способом разделки обеспечивают очень низкое качество зачистки брюшной полости.

С учетом этих обстоятельств в Дальрыбвтузе на кафедре «Технологические машины и оборудование» проводятся перспективные исследования по вакуумной разделке сардины, с тем чтобы использовать этот способ на линейных машинах. Для этого разработано и изготовлено вакуумное роторное устройство, рис. 1, которое позволило провести исследования по вакуумной разделке рыбы в динамике на существующих линейных машинах. Оно позволило выявить оптимальный тип вакуумных насадок, величину приемлемых разряжений в них, которые обеспечивают достаточно высокое (80 % и более) качество зачистки брюшной полости у рыб. Это устройство простое по конструкции, несложное в изготовлении, можно крепить на существующих линейных машинах ИРПИ, ИРПС вместо сложных механических узлов.

Устройство (рис. 1, а, б) состоит из вала 1, вращающегося в опорах 2. На валу закреплены две пары дисков 3: два выполнены из органического стекла (обеспечивающие визуальное наблюдение за протеканием процесса вакуум-отсоса внутренностей), а два других – из листового пищевого алюминия марки АМг5. Внутренние диски в каждой паре крепятся на вал призматическими шпонками и имеют по восемь отверстий с резьбой, в которые вкручивают насадки 4, насадки в отверстиях фиксируются болтами 5. Наружные диски в каждой паре насажены на вал по скользящей посадке и имеют по одному отверстию, где закреплены штуцера 6 для подвода вакуум-шлангов к насадкам. Плоскости соприкасающихся сторон дисков отполированы и притерты, причем по внутреннему периметру диски имеют кольцевые пазы для водяной смазки и вакуумного уплотнения трущихся поверхностей. Наружные диски прижаты к внутренним пружинами 7.

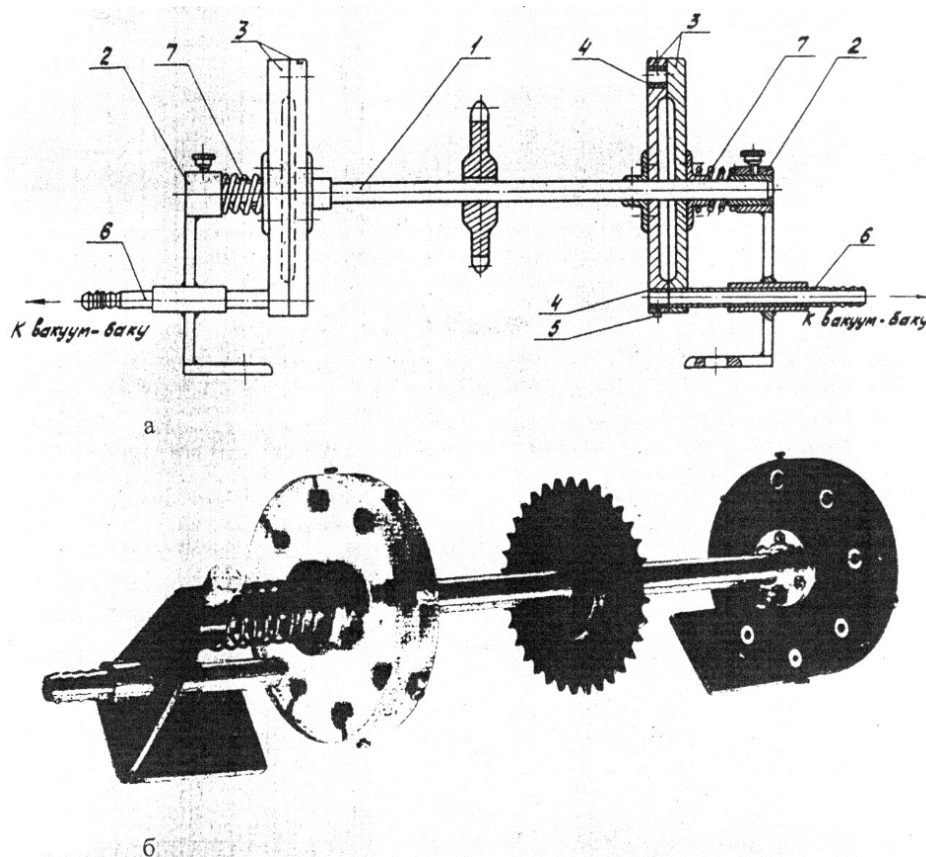


Рис. 1. Роторное вакуумное устройство: а – схема, б – фотография
Fig. 1. Rotary vacuum device: а – scheme, б – photo

На рис. 2 приведены графические результаты качества разделки сардины от разрежения в системе и используемых насадок. Рассматривая полученные результаты работ с точки зрения выбора диаметра насадок, установлено, что для сардины предпочтительнее использовать цилиндрические насадки диаметрами 0,01 и 0,012 м.

При проведении экспериментальных опытов удалось установить величину зазора между насадкой и поверхностью среза тушки рыбы, оптимальная величина такого зазора находится в пределах от 10^{-3} м до $3 \cdot 10^{-3}$ м.

В результате проведения экспериментальных работ по вакуумной разделке сардины был проведен анализ процесса. Эксперименты с использованием скоростной киносъемки процесса вакуум-отсоса внутренностей у рыб показывают, что фактором, обеспечивающим затяги-

вание внутренностей в вакуумную насадку и последующий их отрыв, является инжекционное воздействие потока воздуха.

Поток воздуха, образующийся при подсосе через зазор между головным срезом и торцовой частью насадка, вызывает возникновение касательных напряжений на твердой фазе внутренностей. Эти напряжения деформируют внутренности в направлении потока, т.е. вдоль оси насадка, и обеспечивают их засасывание во входное отверстие насадка.

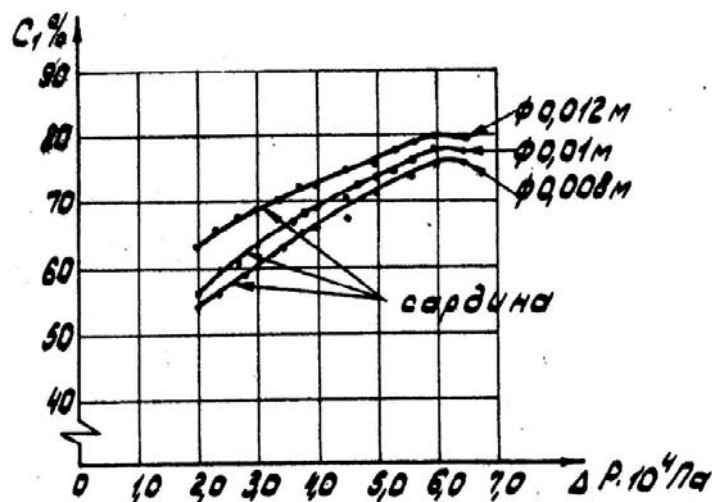


Рис. 2. Зависимости качества разделки сардины от величины разрежения и диаметра насадок
 Fig. 2. Dependence of quality cutting of sardines the magnitude of the vacuum and the diameter of the nozzle

В самом деле, внутренности состоят в основном из трех фаз: твердой – находящейся вблизи головного среза тушки, жидкой – слизи и жгута внутренностей. Такое разделение, естественно, условно, так как и третья фаза, именуемая «жгутом внутренностей», состоит из отдельных элементов, однако для исследования механизма и закономерностей нашего процесса такое разделение внутренностей представляется нам достаточным и удобным. Это подтверждает и киносъемка процесса, когда было установлено последовательное удаление этих фаз.

Исходя из установленного факта в необходимости подсоса воздуха и отвлекаясь в первом представлении от конфигурации затянутого в насадок конца внутренностей в начальный момент, заметим, что течение воздуха в зазоре между внутренностями и внутренними стенками насадка будет подобно течению в начальном участке трубы.

В самом деле тормозящее влияние пограничных слоев на внутренние поверхности насадка и на поверхности жгута внутренностей на столь коротком участке, как длина выступающей части жгута (0,02–0,03 м), будет весьма незначительным.

Чтобы приближенно оценить этот фактор, попытаемся определить длину начального участка круглой трубы по формуле Прандтля Л. [2]. Мы взяли в качестве аналога круглую трубу с пограничными слоями на ее стенках соответственно, так как с кольцевой трубой сравнение, на наш взгляд, менее реально в силу непостоянного расстояния от поверхности внутренностей до внутренней стенки насадка.

Формула Прандтля Л. имеет следующий вид:

$$L_1 = 500000 \frac{\nu}{v} = 500000 \frac{d}{Re}, \quad (1)$$

где L_1 – длина начального участка круглой трубы; ν – кинематический коэффициент вязкости воздуха; v – скорость воздуха; Re – число Рейнольдса.

Определим L_1 для нашего случая, при этом примем максимальную скорость течения воздуха $\nu = 60$ м/с.

Тогда получим:

$$L_1 = 500000 \frac{15 \cdot 10^{-6}}{60} = 0,125 \text{ м.}$$

Длина начального участка на основании приближенного расчета в пять раз больше длины выступающей части жгута внутренностей. Следует подчеркнуть, что мы взяли максимальные значения для скорости ν .

Кроме того, решение Прандтля Л. получено для стационарного течения, в то время как в нашем случае имеет место нестационарный режим, и, следовательно, толщины пограничных слоев будут во много раз меньше.

Другим, несомненно, важным моментом необходимо считать вопрос о режиме течения в зазоре.

Остановившись на этом, заметим, что переход течения в пограничном слое из ламинарной формы в турбулентную происходит не сразу, а на некотором расстоянии от передней кромки насадка [2]. Действительно, в нашем случае всасывается неподвижный воздух из атмосферы, где и не может быть речи о турбулентности в плоскости входа в насадок (так как края насадка тщательно заглажены). На пластине [4], установленной на пути потока, имеется передняя кромка, которая играет возмущающую по отношению к потоку роль. В нашем исследуемом случае на поверхности жгута внутренностей такого возмущающего элемента нет.

Согласно [4] на пластине, обдуваемой воздухом, переход из ламинарной формы в турбулентную происходит на расстоянии от передней кромки, определяемом из выражения

$$\frac{\nu \cdot x}{\nu} = 3,5 \cdot 10^5 \div 10^6, \quad (2)$$

где x – искомое расстояние.

Определим приближенно x для нашего случая, который имеет смысл, как далее покажем, с тем чтобы сопоставить его с пограничным слоем на пластине. Тогда:

$$x = \frac{\nu \cdot 3,5 \cdot 10^5}{\nu}.$$

Положив $\nu = 60$ м/с (здесь лучше взять максимальную скорость), получим:

$$x = \frac{15 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5 \cdot 10^5}{60} \approx 0,087 \text{ м.}$$

Эта величина значительно больше длины выступающей части жгута внутренностей.

Таким образом, сопоставление даже с пластиной, где имеется возмущающая кромка, показывает, что и при больших числах Рейнольдса режим течения будет ламинарным.

Известно, кроме того, что для области падения давления пограничный слой остается в общем случае ламинарным [4, 5]; это аналогично нашему случаю, где имеет место ускорение потока на входе в насадок.

В итоге отметим, что по этим причинам нет оснований ожидать турбулизации потока в насадке вне пограничных слоев. В дальнейшем результаты экспериментов подтвердили этот вывод.

Эксперименты по вакуум-отсосу внутренностей у сардины и приближенный анализ процесса дают возможность дать некоторые практические рекомендации при выполнении вакуумной разделки сардины на существующих машинах линейного типа:

- необходимо обеспечить проход воздуха в зазор между торцовыми поверхностями среза тушки рыбы и насадка;

- форму насадка желательно принять в виде трубки с диаметром несколько большим диаметра жгута внутренностей, чтобы обеспечить проход воздуха через образующийся зазор между внутренней поверхностью насадка и наружной поверхностью жгута;

- так как на поверхности жгута внутренностей образуется пограничный слой при величинах разрежения в вакуумной системе порядка от $(5\div 6) \cdot 10^4$ Па, при которых происходит засасывание жгута в насадок, необходимо эти параметры выдерживать, чтобы исключить отрыв мяса рыбы в приголовном срезе;

- учитывая чрезвычайно большую скорость процесса (от 0,3 до 0,9 с), надо применять на практике приборы для регистрации разрежения в системе и по месту на вакуумных насадках. Это позволит точнее настраивать процесс разделки рыбы на оптимальные режимы.

Список литературы

1. Погонец, В.И. К вопросу оптимизации процесса разделки рыб вакуум-способом / В.И. Погонец // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Вып. 23. – С. 263–266.
2. Прандтль, Л. Гидроаэромеханика / Л. Прандтль. – М.: ИЛ, 1951. – 575 с.
3. Сайт <http://www.fish.gov.ru>.
4. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. – М.: Наука, 1969. – 742 с.
5. Schlichting H. Grenzschicht-Theorie. – Karlsruhe, 1958. – 786 p.

Сведения об авторе: Погонец Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор, e-mail: pogonetsvi@mail.ru.