

УДК 664.951.003.4

**ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА КОРПУС БОЧКИ
ПРИ ПРЕССОВАНИИ В НЕЙ РЫБЫ****А.В.Резанова, В.П.Ковальков
(ВНИРО)**

Значительную часть соленой рыбы, сгружаемой с судов, на берегу укладывают в бочки вручную или при помощи вибраторов. При ручной укладке применяют прессование, так как при плотной укладке рыба меньше травмируется во время перевалки и транспортировки бочек, а кроме того окисление жиров замедляется, что позволяет дольше хранить продукцию. Прессование соленой рыбы в бочках на рыбообрабатывающих предприятиях — процесс наименее механизированный. Применяют только механические и гидравлические прессы, что не исключает большого количества трудоемких операций. Во время прессования часть рыбы рвется и ее отбраковывают, часто рвутся обручи и переламываются кленки бочек. Следовательно, необходимо усовершенствование оборудования и технологии прессования.

Прессование рыбы не изучалось в должной степени, поэтому нет технических данных и рекомендаций для проектирования прессов и расчета бочек на прочность.

Цель предлагаемой работы — получить теоретическую зависимость для определения боковых давлений на стенки бочки при сжатии массы рыбы вертикально движущимся пуансоном.

Принимаем, что физико-механические характеристики рыбы не зависят от температуры, практически постоянной во время прессования.

Ввиду того что скорости протекания реологических процессов в прессуемой рыбе во много раз больше скорости движения пуансона у существующих процессов ($\sim 0,01$ м/сек), влиянием скоростей можно пренебречь. Тогда прессование можно представить в виде совокупности отдельных напряженных состояний, определяемых соответствующими величинами силы (F_n) пуансона, которые нарастают по мере сжатия массы рыбы. Зависимость F_n от высоты прессуемой массы рыбы в бочке отражает деформационные свойства рыбы данного вида.

Сила пуансона уравновешивается с одной стороны силой трения рыбы о боковую стенку бочки ("внешним" трением), а с другой - силой реакции дна бочки.

Сила трения ($F_{тр}$) рыбы о стенку бочки вызвана боковым давлением, которое по теории грунтов /1, 4/ связано с вертикальным давлением (на массу рыбы) при помощи так называемого коэффициента бокового давления:

$$\xi = \frac{P_{бок} \cdot S(\chi)}{F(z, \chi)}, \quad (1)$$

где $F(z, \chi)$ - вертикальная сила в некотором горизонтальном сечении χ при положении z пуансона;

$S(\chi)$ - площадь поперечного сечения χ бочки.

Поскольку упруго-пластичные характеристики массы рыбы (в целом) в процессе прессования изменяются, коэффициент бокового давления - величина переменная.

Коэффициент ξ зависит от вида продукта, его плотности, величины сцепления между отдельными экземплярами рыб, от влажности и т.д., т.е. понятие "коэффициент бокового давления" охватывает довольно много физико-механических характеристик прессуемого материала. Коэффициент бокового давления для рыбы не определен и зависимость этого коэффициента от процесса сжатия в настоящее время не известны.

Другой физико-механической характеристикой, определяющей процесс прессования рыбы, является коэффициент "внешнего" трения (μ), т.е. трения между стенкой бочки и массой рыбы, представляющий собой отношение боковой силы к силе трения о

стенку бочки. Внешнее трение зависит от величины поверхности соприкосновения рыбы и стенки бочки, от действующей нагрузки и шероховатостей. О коэффициентах трения для различных видов рыб и о факторах, влияющих на величину коэффициента трения упоминается в работах Терентьева и Уманцева /3, 5/. Данных о влиянии сравнительно высоких давлений, наблюдаемых в рассматриваемом случае, на коэффициент трения рыб в литературе нет. Исследователи ограничиваются лишь изучением влияния на коэффициент трения μ собственного веса рыбы и скорости скольжения рыбы по поверхности, а также попытками установить зависимость коэффициента трения от местных давлений /6/.

Таким образом, в предлагаемом исследовании нельзя считать постоянными величинами ни коэффициент бокового давления, ни коэффициент трения. В общем случае их следует считать функциями силы (F_n) и координаты (χ):

$$\xi = f(F_n, \chi),$$

$$\mu = \psi(F_n, \chi),$$

где $F_n \equiv F_n(\chi)$, $0 \leq \chi \leq z$; $z_k \leq z \leq z_0$;

z_0 и z_k - начальная и конечная высота слоя рыбы в бочке.

Для выражения статического напряженного состояния воспользуемся уравнением статического равновесия. Выделим горизонтальный элементарный слой $d\chi$ (рис. I).

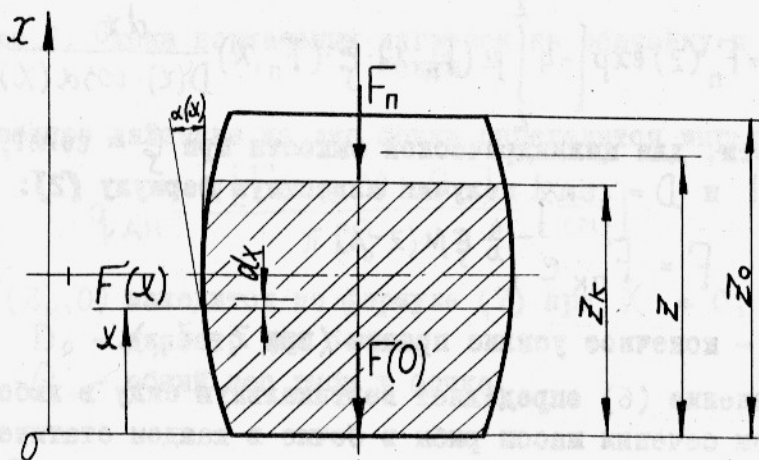


Рис. I. Схема процесса прессования рыбы в бочке

Потеря усилия (dF) прессы за счет "внешнего" трения на расстоянии χ от дна бочки уравнивается силой трения по краям элементарного слоя $d\chi$:

$$dF = dF_{\text{тр}}, \quad (2)$$

где

$$dF_{\text{тр}} = \mu(F_n, \chi) \cdot P_{\text{бок}} \frac{\Pi(F_n, \chi)}{\cos \alpha(\chi)} d\chi; \quad (3)$$

$$P_{\text{бок}} = \xi(F_n, \chi) \frac{F}{S(F_n, \chi)}; \quad (4)$$

$$F = F(z, \chi);$$

$\Pi(F_n, \chi)$ и $S(F_n, \chi)$ - периметр и площадь элементарного слоя $d\chi$ на расстоянии χ от дна бочки при данном усилии F_n прессы (считая бочку не абсолютно жесткой);
 $\alpha(\chi)$ - угол между вертикаль и касательной к поверхности стенки бочки в положении χ .

Подставив (3) и (4) в (2), получим

$$\frac{dF}{F} = 4\mu(F_n, \chi) \cdot \xi(F_n, \chi) \frac{d\chi}{D(F_n, \chi) \cdot \cos \alpha(\chi)}, \quad (5)$$

где $D(F_n, \chi)$ - диаметр бочки в сечении χ при усилии прессы F_n .

Интегрируя (5), окончательно получим:

$$F \equiv F(z, \chi) = F_n(z) \exp \left\{ -4 \int_{\chi}^z \mu(F_n, \chi) \cdot \xi(F_n, \chi) \frac{d\chi}{D(\chi) \cdot \cos \alpha(\chi)} \right\}. \quad (6)$$

В частности, для цилиндрической емкости при $\xi = \text{const}$, $\mu = \text{const}$ и $D = \text{const}$ получим известную формулу (2):

$$F = F_{\text{пк}} e^{-\frac{4}{D} \xi \mu (z - \chi)} \quad (6')$$

где $F_{\text{пк}}$ - конечное усилие прессы (при $z = z_k$).

Уравнение (6) определяет вертикальную силу в любом горизонтальном сечении массы рыбы в бочке в каждом статическом напряженном состоянии, соответствующем определенному $F_n(z)$.

Для расчета боковых стенок бочки на прочность следует взять случай, когда усилие F_{Π} прессы максимально. Так как максимальное усилие, развиваемое прессом, соответствует концу процесса сжатия массы рыбы ($z = z_k$), то расчетным выражением будет:

$$F(z_k, \chi) = F_{\Pi}(z_k) \cdot \exp \left[-4 \int_{\chi}^{z_k} \mu(F_{\Pi k}, \chi) \cdot \xi(F_{\Pi k}, \chi) \frac{d\chi}{D(F_{\Pi k}, \chi) \cos \alpha(\chi)} \right] \quad (7)$$

Используя выражение (7), можно вычислить действующую нагрузку на единицу высоты стенки бочки (рис.2):

$$q_1(\chi) = \frac{F(z_k, \chi) + Q(z_k, \chi)}{\pi D(F_{\Pi k}, \chi)} \left[\frac{\text{кг}}{\text{см}} \right], \quad (8)$$

где Q - вес рыбы.

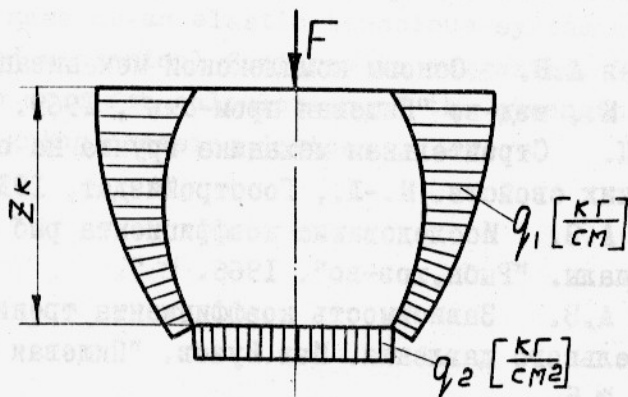


Рис.2. Схема нормальных нагрузок на обечайку и дно бочки

Среднее давление на дно бочки определится выражением:

$$q_{\text{дн}} = \frac{4[F(z_k, 0) + Q_0]}{\pi D_0^2} \left[\frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right], \quad (9)$$

где $F(z_k, 0)$ находится по формуле (7) при $\chi = 0$;

D_0 - диаметр дна бочки;

Q_0 - общий вес рыбы в бочке.

В ы в о д

Таким образом, уравнение (6) дает возможность рассчитать распределение сил в массе рыбы по высоте (оси) бочки, а уравнения (8) и (9) - прочность корпуса бочек. Уравнение (6) в достаточной степени отражает сущность процесса прессования рыбы и может быть названо уравнением прессования рыбы.

Л и т е р а т у р а

1. Прокофьев И.П. Давление сыпучих тел и расчет подпорных стенок. М., 1947.
2. Соколов А.Я. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. М., изд. "Машиностроение", 1969.
3. Терентьев А.В. Основы комплексной механизации обработки рыбы. М., изд-во "Пищевая пром-сть", 1969.
4. Терцаш К. Строительная механика грунта на основе его физических свойств. М.-Л., Госстройиздат, 1933.
5. Уманцев А.З. Исследование коэффициента рыб о некоторые материалы. "Рыбн.хоз-во", 1966. № 7.
6. Уманцев А.З. Зависимость коэффициента трения покоя рыбы от удельного давления. Изв.Вузов. "Пищевая технология", 1970, № 5.

THE DISTRIBUTION PATTERN OF LOADS ON THE BARREL
BODY WHILE PRESSING FISH IN IT

A.V. Rozanova, V.P. Kovalkov

S U M M A R Y

The distribution pattern of loads on the barrel body when fish are pressed in it was theoretically investigated. An equation for the pressing process of fish mass characterizing the mass as an elastic-tenacious system with certain physical and mechanical features is suggested. The equation can be also used for calculation of the strength of barrels and at designing pressing devices.