

С.В. Студнев  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОРАЗДЕЛКИ ОТ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ СУДОРАЗДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: разделка судов, погонаж реза, разделка крупногабаритных отходов судоходства, экономическая эффективность судоразделки, механизация производства.

Данная статья посвящена исследованию зависимости экономической эффективности судоразделочного производства от уровня механизации операций по резке корпуса и надстройки судов до металлургического куска.

Согласно проекту Стратегии развития внутреннего водного транспорта до 2030 года, Министерство транспорта РФ готово запустить госпрограмму утилизации гражданского флота. Это означает, что в краткосрочной перспективе значительное число физически и морально устаревших судов должно быть выведено из эксплуатации и утилизировано.

На рис. 1 приведены диаграммы, отражающие срок службы судов, поднадзорных Российскому Речному Регистру (РРР), в целом по Российской Федерации [1].

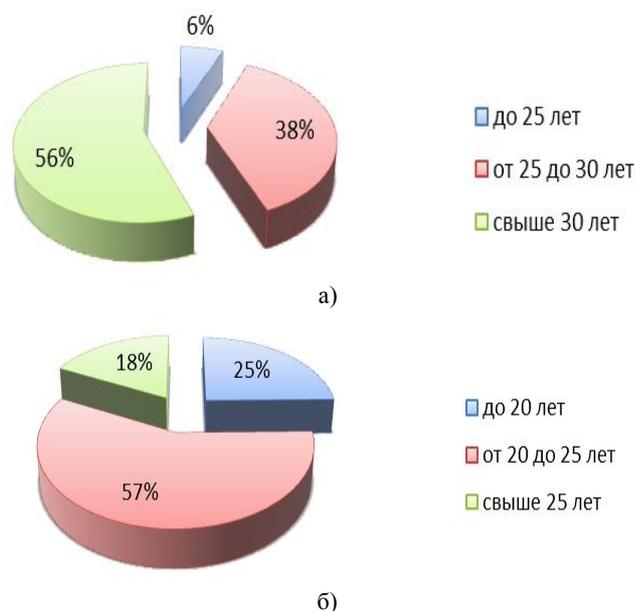


Рис. 1. Структура судов по сроку службы: а) – самоходные суда смешанного плавания; б) – несамоходные суда смешанного плавания

Низкий уровень механизации труда при разделке судов на металлургический кусок негативно отражается на трудоёмкости операций и себестоимости работ, а также на производительности судоразделочных площадок. Отмеченное во многих случаях отрицательно сказывается на конечной экономической целесообразности выполнения судоразделочных работ и, соответственно, их привлекательности для большинства отечественных судоремонтных предприятий, которые могли бы предложить свои услуги на рынке судоразделки. Однако и высокий уровень механизации способствует снижению экономической эффективности судоразделочного производства вследствие

того, что предприятию приходится производство дополнительными единицами средств технологического оснащения, а это сказывается на увеличение капитальных вложений на производство.

Основой для любого производства, и судоразделочной площадки в частности, является производственная программа. Исходя из того, что для конкретной судоразделочной площадки не известна точная номенклатура «производимой» продукции, то и производственная программа для неё может рассматриваться только, как условная. Тем не менее, даже, как условная, она должна определяться на этапе подготовки производства, поскольку без этого невозможно рассчитать экономическую эффективность судоразделки. При этом для конкретного предприятия встает вопрос об определенном уровне механизации, в зависимости от конкретной загрузки судоразделочной площадки, а именно эффективностью использования средств технологического оснащения (СТО). Под эффективностью использования СТО понимается главное назначение оборудования – снижение трудоемкости судоразделочных мероприятий, и соответственно, повышение производительности труда, без увеличения доли живого труда [2]. Повышение уровня механизации судоразделочного производства предполагает привлечение дополнительных единиц СТО, которые бы позволили сократить объем работ, выполняемых вручную.

Уровень механизации (1) производства отражает отношение общего объема работ, выполненных на производстве, к объему работ, выполненных механизированным способом.

Определение взаимосвязи показателя уровня механизации и показателя производительности СТО, и в целом судоразделочных площадок, необходимо с целью установления изменения производительности при изменении уровня механизации.

Показатель уровня механизации производства [3]:

$$Y_M = \frac{V_M}{V_{общ}}, \quad (1)$$

где  $Y_M$  – коэффициент механизации производства;

$V_M$  – объем работ, выполненных механизированным способом;

$V_{общ}$  – общий объем работ, выполняемых на производстве.

Показатель производительности СТО [4]:

$$k_{пр} = \frac{V_M}{T_{оп}}, \quad (2)$$

где  $k_{пр}$  – коэффициент производительности СТО;

$V_M$  – объем работ, выполненных на отдельном участке;

$T_{оп}$  – время, необходимое на осуществление операции, мин.

Коэффициент производительности СТО  $k_{пр}$ , характеризует объем выполненных работ за единицу времени.



Рис. 2. Определение зависимости производительности судоразделочной площадки от изменения уровня механизации.

Из данного графика (рис. 2) видно, что существует взаимосвязь роста уровня механизации участка, либо производства в целом, и роста производительности. Данная связь имеет ограничение, при  $У_M = 1$ , в этом случае, все операции осуществляются механизированным способом.

При подготовке производства необходимо установить размер необходимых капитальных вложений: на ресурсы (материальные, энергетические); на СТО (аренда, покупка); на заработную плату (основную, дополнительную) рабочим и др. Для крупных предприятий (численность производственных рабочих более 250 человек) дооснащение производства средствами технологического оборудования возможно путем их привлечения со смежных технологических операций, что позволит сократить затраты на дополнительные единицы СТО [5]. Такой подход, как уже отмечалось ранее, наиболее актуален для крупных предприятий, имеющих в своем составе оборудование, загрузка которых изменяется в диапазоне 50–60%. В этом случае, при разработке технологического процесса, необходимо учитывать такое оборудование, и использовать его в иных технологических операциях, с целью максимальной его загрузки. Однако и при таком подходе необходимо учитывать, что повышение уровня механизации целесообразно только до определенного уровня, поскольку дальнейшее повышение уровня механизации повлечет и увеличение затрат на СТО, а это повлечет снижение экономической эффективности производства. Ожидаемый вид зависимости дополнительных капитальных вложений  $К_{доп.вл}$  от уровня механизации  $У_M$  для крупных предприятий представлен на рисунке (3).

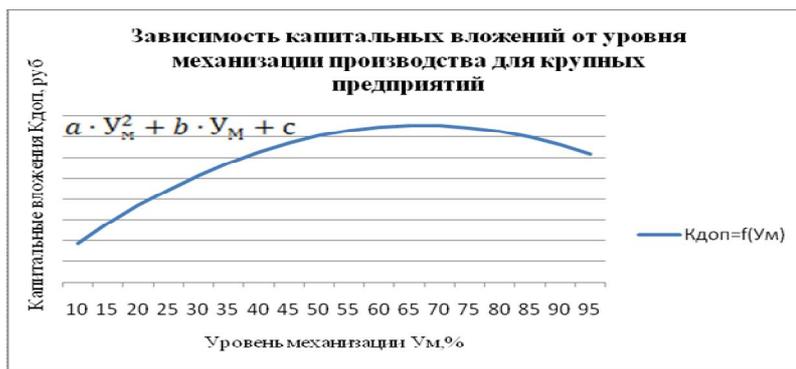


Рис. 3. Зависимость дополнительных капитальных вложений от уровня механизации судоразделочного производства крупных предприятий.

Для мелких и средних судоразделочных производств (численность производственного персонала: до 100 чел; от 101 до 250 чел, соответственно [5]) вид аппроксимационной зависимости представлен на рисунке (4).

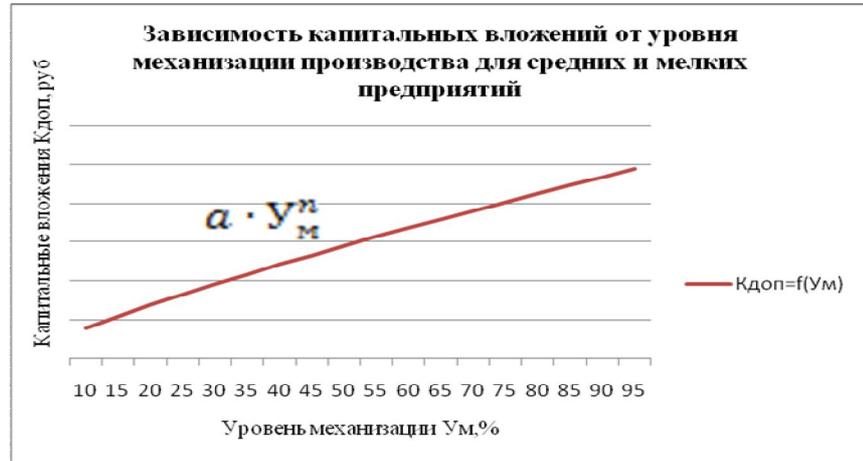


Рис. 4. Зависимость дополнительных капитальных вложений от уровня механизации судоразделочного производства мелких и средних предприятий

Мелкие и средние предприятия, зачастую, имеют ограниченные возможности по внедрению и использованию СТО, вследствие имеющихся финансовых ограничений. Для таких предприятий целесообразно арендовать дополнительные единицы СТО в случае изменения производственной программы или с целью повышения производительности судоразделочного производства, что позволит сократить затраты на капитальные вложения.

Используя разработанную целевую функцию технологического процесса разделки судов на лом в условиях экологических ограничений

$$\Xi_{эф} = \Delta C_{суд} \cdot A - (E_n \cdot h_{экс} \cdot (a \cdot Y_m^2 + b \cdot Y_m + c)) [6]$$

проводился ряд экспериментов изменения экономической эффективности судоразделки при изменении уровня механизации судоразделочного производства.

Для определения рентабельности того или иного варианта технологии судоразделки, кроме знания зависимости  $K_{доп} = f(Y_m)$ , необходимо получить представление о характере функции  $\Xi_{эф} = f(Y_m)$ .

Как было обосновано ранее, основными параметрами, которые определяют экономическую эффективность производства применительно к разделке судов на лом, являются: производственная программа  $A_{эф}$ , объём выполняемых в единицу времени работ, уровень механизации производства  $Y_m$  и интенсивность негативного воздействия на ОС  $I_{НВОС}$ .

Эксперимент по выявлению и проверке вида зависимости  $\Xi_{эф} = f(Y_m)$  проводился на базе разработанной автором оптимизационной компьютерной модели. В качестве критерия оптимальности принимался экономический эффект от судоразделки. Оптимизируемым показателем являлся показатель уровня механизации. В качестве параметров оптимизации выступали: доля механизированного труда в общих трудозатратах  $U_{мех}$ , численность производственных рабочих  $m_{раб}$ , чел., количество единиц технологического оборудования  $N_{эд}^{СТО}$ , а так же экологическая безопасность производства, производительность и безопасность труда.

Из перечисленных параметров лишь первые три, то есть  $Y_{\text{мех}}$ ,  $m_{\text{раз}}$  и  $N_{\text{суд}}^{\text{СТО}}$  имеют наиболее выраженное влияние на экономическую эффективность производства. Кроме того, эти параметры являются общеизвестными и понятными большинству специалистов-технологов. Поэтому, в данной серии опытов именно эти параметры принимались в качестве варьируемых. Постоянными параметрами являлись  $A_i$  и  $K_{\text{раз}}^{\text{СТО}}$ .

В эксперименте рассматривались два варианта загрузки судоразделочной площадки: при  $A_i = 1$  и  $A_i = 5$ . В качестве объекта разделки рассматривалось судно пр. Р135. Общий погонаж реза для такого судна составляет  $L_{\text{рез}} = 2780$  пог. м. при средней остаточной толщине разрезаемого металла  $s = 5$  мм. Фонд времени основных производственных рабочих принимался равным  $\Phi_{\text{раз}}^{\text{осн}} = 40$  ч/нед. Фонд времени работы производственного оборудования –  $\Phi_{\text{обо}}^{\text{осн}} = 8$  ч/сут. (два последних пункта определяют плановое время разделки корпуса данного судна на лом). Производительность установок термической резки, применяемых на первом и втором этапах судоразделки, принималась равной  $k_{\text{суд}}^{1,2} = 0,7 \frac{\text{п.м.}}{\text{мин}}$ ; установок механической резки, применяемых на третьем этапе –  $k_{\text{суд}}^3 = 0,9 \frac{\text{п.м.}}{\text{мин}}$ . Производительность ручной термической резки принималась равной  $k_{\text{руч}}^{\text{терм}} = 0,45 \frac{\text{п.м.}}{\text{мин}}$ .

вида резки и способа её осуществления принималась равной: при механизированной термической резке – 60% (минимальный уровень), при механической резке на третьем этапе – 90%.

Полученные результаты представлены на соответствующих диаграммах 5–6.

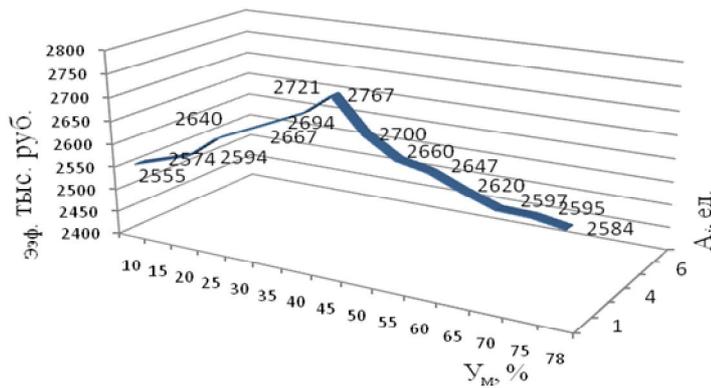


Рис. 5. Вид зависимости  $\mathcal{E}_{\text{эф}} = f(Y_m)$  при  $A_i = 1$  суд./год

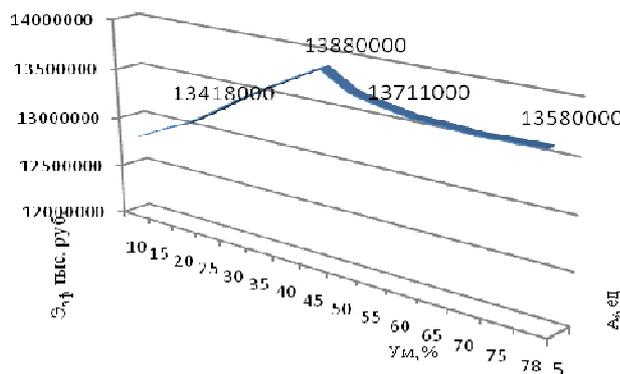


Рис. 6. Вид зависимости  $\mathcal{E}_{\text{эф}} = f(Y_m)$  при  $A_i = 5$  суд./год

Анализ результатов данной серии опытов показывает, что повышение  $U_m$ , с точки зрения  $\mathcal{E}_{эф}$ , целесообразно до определённых значений. И лишь с учётом заданной производственной программы  $A_i$ . Как следует из представленных на рис. 4.5 и 4.6 графиков, экономически обоснованный  $U_m$  для судоразделочных площадок составляет (45...50) %. Полученный диапазон обусловлен техническими и стоимостными характеристиками специализированного СТО, применяемого для судоразделки.

#### Список литературы:

- [1] Анисимов К.О., Г.В. Егоров, Н.А. Ефремов, Строительство новых судов с использованием элементов судов-доноров – реальный путь сохранения российских речных круизов. [Электронный ресурс]. <http://www.mosturflot.ru/articles/14261> (дата обращения 18.05.2014).
- [2] Акмаева Р.И., Епифанова Н.Ш. Экономика организаций (предприятий) [Текст] : Учебное пособие / Р.И. Акмаева, Н.Ш. Епифанова. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.– 494 с.
- [3] Сергеев И.В. Экономика предприятия [Текст]: Учебное пособие / И.В. Сергеев. - М.: Финансы и статистика, 2000. – 531 с.
- [4] Основные показатели и формула для расчета производительности труда [Электронный ресурс]. <http://delatdelo.com/spravochnik/osnovy-biznesa/proizvoditelnost/truda-formula-rascheta.html> (дата обращения 25.01.2014).
- [5] Постановление Правительства РФ от 9 февраля 2013 г. № 101 «О предельных значениях выручки от реализации товаров (работ, услуг) для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства».
- [6] Студнев С.В. Обоснование вида целевой функции при выборе технологии разделки судов на лом с учётом существующих экологических ограничений / С.В. Студнев, Е.Г. Бурмистров, Т.А. Михеева / Вестник ВГАВТ. Вып. 43. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015.– С 89–96.

**В.М. Шмаков**  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СООСНЫХ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ ДЛЯ БУКСИРНОГО СУДНА

Ключевые слова: соосные гребные винты, «малое» судно, буксир

Представлен мировой опыт применения соосных гребных винтов. Рассмотрены их достоинства и недостатки и целесообразность использования таких движителей в судостроении.

Любителей малого судостроения интересует вопрос: почему для устранения реактивного момента от вращения гребного винта подвесного мотора не практикуют установку двух соосных винтов (рис. 1, рис. 2), вращающихся в противоположном направлении? Велики ли при этом потери коэффициента полезного действия (КПД) или дело только в конструктивных сложностях такого решения? С другой стороны, соосные гребные винты противоположного вращения давно известны и широко применяются на торпедах, но почему-то редко используются в «большом» судостроении.