

Оценка прогрессивности применяемой технологии и оборудования для ремонта автомобилей

Поступила	14.12.2017
Рецензирование	19.12.2017
Принята к печати	15.01.2018

Для непрерывного развития авторемонтного производства необходимо не только своевременно заменять устаревшее оборудование, но и периодически обновлять технологию выполнения работ, в связи с этим возникает необходимость в постоянной оценке прогрессивности применяемой технологии и оборудования для ремонта автомобилей. Технологический процесс считается прогрессивным, если при его реализации обеспечиваются более высокие темпы роста производительности труда по сравнению с плановыми или равные им. Темп роста производительности труда за срок действия технологии прямо пропорционален коэффициенту роста производительности труда и обратно пропорционален сроку действия этой технологии. Выполненный анализ коэффициента роста производительности труда показывает, что неэффективно использовать принятый технологический процесс ремонта автомобилей как в течение малого срока, так и в течение очень длительного периода. Коэффициент роста производительности труда зависит от текущих затрат на технологический процесс, а также от капитальных вложений, необходимых для его реализации.

В статье приводятся аналитические зависимости, необходимые для расчетов коэффициента роста производительности труда, темпа роста производительности труда за срок действия технологии, максимального темпа роста производительности труда, а также периода действия технологического процесса как прогрессивного и высокоэффективного.

Изложенная в статье методика оценки прогрессивности технологии и используемого оборудования для ремонта автомобилей обеспечивает обоснованное заключение о достигнутом уровне совершенства действующей или проектируемой технологии, а также позволяет управлять техническим прогрессом в области восстановления деталей автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль, ремонт, производительность труда, оборудование, технология, прогрессивный.

Для обеспечения высоких темпов развития авторемонтного производства необходимо не только своевременно заменять морально устаревшее оборудование, но и периодически обновлять технологию, организацию производства. Внедрение новой технологии, как правило, связано с заменой оборудования и реконструкцией соответствующих производственных цехов и участков, что требует дополнительных капитальных вложений [1, 2].

Замена морально устаревшей технологии на прогрессивную при определенных условиях будет обеспечивать дополнительный прирост производительности общественного труда. В связи с этим возникает необходимость постоянной оценки прогрессивности как действующей технологии и используемого оборудования, так и вновь проектируемой.

Под прогрессивностью технологии, техники понимается степень удовлетворения потребностей общества продукцией, которая производится при минимальных затратах общественного труда, при максимальном сниже-

нии тяжести труда человека и при исключении вредного воздействия на окружающую среду [3, 4]. Для оценки прогрессивности технологии (техники) рекомендуется установить соответствие фактических темпов роста производительности общественного труда, которые могут быть обеспечены в действительности, плановым. Темпы роста производительности труда характеризуют количественное изменение прироста производительности труда в единицу времени за срок действия технологии или срок службы оборудования.

Технология будет считаться прогрессивной только в том случае, если фактические темпы роста производительности труда будут выше плановых или равны им. Используя основные положения теории производительности машин и труда, можно привести следующие определения и ввести показатели, необходимые для количественной оценки прогрессивности технологии и оборудования.

В производственном процессе ремонта автомобилей участвует затраченный труд в виде

средств и предметов труда, потребляемых материалов, энергии и живой труд – рабочая сила. Поэтому при анализе эффективности технологических процессов ремонта автомобилей необходимо учитывать суммарные затраты труда.

Повышение производительности общественного труда при внедрении новой технологии достигается в результате использования прогрессивных методов обработки и оборудования, требующих меньших суммарных затрат труда по сравнению с действующим технологическим процессом. При этом, как правило, увеличиваются затраты на средства труда, потребляемую энергию и материалы, но в большей степени сокращаются затраты живого труда, что снижает суммарное количество труда на ремонт одного изделия.

Под производительностью труда понимается отношение произведенной продукции в штуках или рублях к затратам труда в человеко-часах, которые были затрачены в процессе ее производства [5, 6].

Количественно производительность труда определяется как

$$P_T = \frac{\sum_1^t Q_i}{\sum_1^t T_i}, \quad (1)$$

где t – срок действия технологии или срок службы оборудования; Q_i – годовой объем ремонтируемых изделий в i -м году; T_i – суммарные трудовые затраты в i -м году.

В производственном процессе ремонта автомобилей затраты прошлого труда учитываются в виде переноса стоимости оборудования, зданий, материалов, энергии на себестоимость произведенной продукции. В связи с этим единовременные трудовые затраты на оборудование, здания реализуются постепенно в течение срока их службы или действия технологии. Поэтому производительность труда должна определяться с учетом фактора времени [7]. При практических расчетах удобнее оценивать производительность общественного труда показателями в денежной форме. Стоимость оборудования, материалов, а также величина текущих затрат на ре-

монт изделия пропорциональны трудовым затратам, поэтому можно с некоторым приближением при сравнительной оценке производительности труда различных вариантов технологических процессов пользоваться показателями капитальных вложений и текущих затрат без амортизационных отчислений.

После подстановки соответствующих величин в равенство (1) получим следующую расчетную формулу для определения показателя производительности труда j -го варианта технологического процесса в t -м периоде его использования:

$$P_{Tj} = \frac{\sum_1^t Q_{ij}}{\sum_1^t C'_{ij} + K_j}, \quad (2)$$

где C'_{ij} – текущие затраты на ремонт изделий в i -м году по j -му варианту технологического процесса без амортизационных отчислений; K_j – капитальные вложения при реализации j -го варианта технологического процесса.

Для оценки роста производительности труда реализованной технологии ремонта деталей за время t , а также для сравнения по производительности труда двух и более вариантов технологических процессов применяют коэффициент роста производительности общественного труда, который представляет собой отношение показателя производительности труда j -го варианта технологического процесса в t -м периоде к соответствующему показателю базисного периода или базисному варианту того же периода, т. е.

$$\eta(t) = \frac{P_{Tj}(t)}{P_{T0}} = \frac{\sum_1^t Q_{ij} \left(\sum_1^{t_0} C'_{i0} + K_0 \right)}{\sum_1^{t_0} Q_{i0} \left(\sum_1^t C'_{ij} + K_j \right)}, \quad (3)$$

или при сравнении двух вариантов:

$$\eta_j(t) = \frac{P_{Tj}(t)}{P_{T0}(t)} = \frac{\sum_1^t Q_{ij} \left(\sum_1^{t_0} C'_{0i} + K_0 \right)}{\sum_1^{t_0} Q_{0i} \left(\sum_1^t C'_{ij} + K_j \right)}, \quad (4)$$

где t_0 – год, принятый за базисный период.

Обычно базисным периодом считается достигнутый уровень производительности общественного труда или уровень производительности труда, обеспечиваемый действующей технологией, который и принимается за начало отсчета.

Если считать, что годовой выпуск ремонтируемых изделий при реализации данной технологии не изменяется в течение t времени, а также принимая в качестве текущих затрат среднее их значение за срок действия этой технологии, то формулы для расчета коэффициента роста производительности труда будут следующими:

$$\eta(t) = \frac{t \left(C' + \frac{K}{t_0} \right)}{t C' + K}; \quad (5)$$

$$\eta_j(t) = \frac{\eta_{\Pi} (t C'_0 + K_0)}{t C'_j + K_j}, \quad (6)$$

где η_{Π} – коэффициент, при помощи которого базисный вариант технологического процесса приводится по производительности к j -му варианту и равен Q_j/Q_0 .

Числитель формулы (6) содержит скорректированные на производительность j -го варианта технологического процесса затраты за t лет действия базисного варианта. Если предположительно проводить корректировку единовременных и текущих затрат по всем сравниваемым вариантам, т. е. приводить их к одинаковой годовой производительности, одинаковому периоду затрат и одинаковому качеству ремонта изделий, то расчетная формула для определения роста производительности труда j -го варианта технологического процесса по сравнению с базисным будет иметь вид

$$\eta_j(t) = \frac{t C'_1 + K_1}{t C'_j + K_j}, \quad (7)$$

где C'_1 , C'_j – скорректированные текущие затраты базисного и j -го вариантов технологических процессов; K_1 , K_j – скорректированные капитальные вложения, необходимые для реализации базисного и j -го вариантов технологических процессов.

На рис. 1 показан рост производительности общественного труда в зависимости от срока действия технологических процессов.

Вариант технологического процесса с более длительным сроком действия, но более низким темпом роста производительности труда представлен графиком 1 на рис. 1. Вариант технологического процесса с менее длительным сроком действия, но с более высоким темпом роста производительности труда представлен графиком 2 на рис. 1.

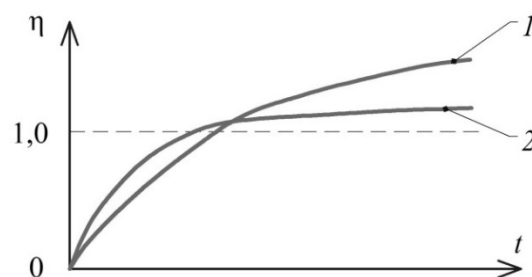


Рис. 1. Изменение коэффициента роста производительности труда в зависимости от срока действия технологии для сравниваемых вариантов

Из рис. 1 следует, что уровень и темпы роста производительности труда изменяются со временем. В начальный период действия технологии уровень производительности общественного труда низкий, но темпы ее роста высокие. В дальнейшем по мере роста производительности темпы снижаются, и наступает период, когда практически никакого роста производительности общественного труда не наблюдается, т. е. наступает моральный износ используемого оборудования и принципов организации действующей технологии. Из рис. 1 видно, что неэффективно использовать технологию как в течение малого срока, так и в течение очень длительного периода.

В зависимости от срока действия различные варианты технологических процессов имеют различный уровень производительности общественного труда (см. рис. 1). В связи с этим анализ производительности труда по вариантам следует выполнять на протяжении всего срока их действия. Новый технологический процесс (так же как и новое оборудование) должен обеспечивать дальнейшее повышение производительности общественного труда по сравнению с достигнутым уровнем. Поэтому при оценке темпов роста производительности труда целесообразно учитывать только приращение производительности труда, а не абсолютное ее значение, достигаемое за срок действия технологического процесса [8].

На рис. 2 показано приращение $\Delta\eta_{tx}$ роста производительности труда за срок действия технологии t_x .

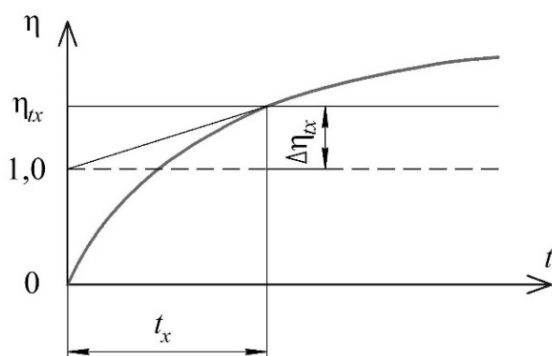


Рис. 2. Определение приращения производительности труда за срок действия технологии t_x

Как видно из рис. 2, темпы роста производительности труда за срок действия технологии

$$v = \frac{\Delta\eta_{tx}}{t_x} = \frac{\eta_{tx} - 1}{t_x}, \quad (8)$$

где $\Delta\eta_{tx}$ – приращение роста производительности общественного труда, обеспечиваемое технологией за срок ее действия t_x .

Плановый рост производительности труда обычно относится к какому-то определенному периоду с одинаковой количественной разбивкой по годам. В связи с этим плановый рост производительности труда на заданном временном отрезке будет характеризоваться линейным законом изменения с началом отсчета в точке достигнутого уровня производительности труда [9]. На рис. 3 прямая линия, проведенная из точки с координатами (0; 1,0) и проходящая через точки A и B, определяет изменение планового уровня производительности труда в зависимости от времени t . Темпы планового роста производительности труда определяются тангенсом угла наклона прямой к оси абсцисс. Уравнение прямой, проведенной из точки с координатами (0; 1,0), с угловым коэффициентом, равным плановым темпам роста производительности труда, имеет вид $\eta_{\pi} = 1 + v_{\pi}t$, откуда $v_{\pi} = \frac{\eta_{\pi} - 1}{t}$.

Условие прогрессивности действующей технологии, согласно ранее сделанному определению, можно записать в следующем виде:

$$v_{\pi} \leq v \quad \text{или} \quad \frac{\eta_{\pi} - 1}{t} \leq \frac{\eta - 1}{t}. \quad (9)$$

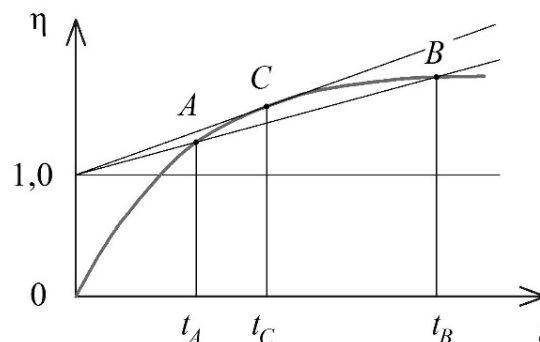


Рис. 3. Определение срока прогрессивности технологии

Таким образом, технологический процесс будет прогрессивным, если при его реализации обеспечиваются более высокие темпы роста производительности труда по сравнению с плановыми или равные им. Количественное соотношение устанавливают сравнением величины ежегодных плановых темпов роста с фактическими, численное значение которых равно тангенсу угла наклона прямой, которая соединяет достигнутый уровень производительности труда, т. е. точку с координатами (0; 1,0) с точкой на кривой роста производительности труда, соответствующей исследуемому периоду (t_x, η_{tx}). Если условие (9) соблюдается, то действующий технологический процесс в рассматриваемый период считается прогрессивным. Если неравенство (9) не выполняется, то процесс оказывается непрогрессивным, хотя может быть и эффективным. После подстановки в неравенство (9) вместо η его выражения из равенства (5) получим следующее соотношение:

$$v_{\pi} \leq \frac{t \left(C' + \frac{K}{t_0} \right) - 1}{t C' + K} = \frac{K \left(\frac{t}{t_0} - 1 \right)}{t(t C' + K)}. \quad (10)$$

Темпы роста производительности общественного труда за срок действия технологического процесса t_C будут максимальными, так как прямая, проведенная от достигнутого уровня производительности труда до точки C, является касательной к кривой $\eta = f(t)$, поэтому угол и тангенс этого угла будут наибольшими из всех возможных (см. рис. 3). В связи с этим целесообразно при оценке прогрессивности технологического процесса или

оборудования сравнивать темпы производительности труда периода t_C с плановыми.

Чтобы определить максимальные темпы роста производительности труда, необходимо найти тангенс угла наклона касательной в точке C к кривой $\eta = f(t)$, для чего следует взять производную функции роста производительности труда по времени, а затем найти численное ее значение для точки C :

$$\frac{d\eta}{dt} = \left[\frac{t \left(C' + \frac{K}{t_0} \right)}{t C' + K} \right]' = \frac{K \left(C' + \frac{K}{t_0} \right)}{(t_C C' + K)^2}. \quad (11)$$

Если выполняется условие $v_{\pi} \leq \frac{K \left(C' + \frac{K}{t_0} \right)}{(t_C C' + K)^2}$, то технологический процесс является прогрессивным и следует продолжать его исследование.

В практических расчетах возникает необходимость не только оценивать прогрессивность технологического процесса или оборудования в какой-то момент его действия, но и определять период, в течение которого этот процесс может считаться прогрессивным [10].

Из рис. 3 следует, что данный вариант технологического процесса будет прогрессивным в течение времени от t_A до t_B , так как в этот период фактические темпы роста производительности труда оказываются более высокими, чем плановые. Моменты времени t_A и t_B можно определить, если воспользоваться

соответствующими функциями, значения которых в точках пересечения равны, т. е. будет иметь место следующее равенство: $\eta_{\pi}(t) = \eta(t)$ или после подстановки

$$1 + v_{\pi} t = \frac{t \left(C' + \frac{K}{t_0} \right)}{t C' + K}. \text{ Произведя простые преобразования, получим}$$

$$v_{\pi} C' t^2 - \left(\frac{K}{t_0} - v_{\pi} K \right) t + K = 0. \quad (12)$$

Корни данного квадратного уравнения и будут искомыми значениями для t_A и t_B :

$$t_A = K \left[\frac{1}{2v_{\pi} C'} \left(\frac{1}{t_0} - v_{\pi} - \sqrt{\left(\frac{1}{t_0} - v_{\pi} \right)^2 - \frac{4v_{\pi} C'}{K}} \right) \right]; \quad (13)$$

$$t_B = K \left[\frac{1}{2v_{\pi} C'} \left(\frac{1}{t_0} - v_{\pi} + \sqrt{\left(\frac{1}{t_0} - v_{\pi} \right)^2 - \frac{4v_{\pi} C'}{K}} \right) \right]. \quad (14)$$

Период действия технологического процесса как прогрессивного и высокоэффективного равен следующей разности: $t_{\pi} = t_B - t_A$. Подставляя вместо t_A и t_B их выражения из (13), (14), после преобразования получим

$$t_{\pi} = \frac{K}{v_{\pi} C'} \sqrt{\left(\frac{1}{t_0} - v_{\pi} \right)^2 - \frac{4v_{\pi} C'}{K}}. \quad (15)$$

Изложенная методика оценки прогрессивности технологических процессов ремонта обеспечивает обоснованное заключение о достигнутом уровне совершенства действующей или проектируемой технологии, а также позволяет управлять техническим прогрессом в области восстановления деталей автомобилей.

Библиографический список

1. Карагодин В. И., Митрохин Н. Н. Ремонт автомобилей и двигателей : учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования. М. : Академия, 2013. 496 с.
2. Синельников А. Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей : учеб. пособие для студентов учреждений высш. проф. образования. М. : Академия, 2013. 320 с.
3. Авдонькин Ф. Н. Текущий ремонт автомобилей. М. : Транспорт, 1978. 270 с.
4. Воробьев Л. Н. Технология машиностроения и ремонт машин. М. : Высш. шк., 1981. 344 с.
5. Технология ремонта автомобилей / Л. В. Дехтеринский [и др.]. М. : Транспорт, 1979. 342 с.
6. Шаумян Г. А. Комплексная автоматизация производственных процессов : учеб. М. : Машиностроение, 1973. 640 с.
7. Иванов В. П., Ярошевич В. К., Савич А. С. Ремонт автомобилей : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2009. 383 с.
8. Вахламов В. К. Техника автомобильного транспорта. Подвижной состав и эксплуатационные свойства. М. : Академия, 2005. 520 с.

9. Капитальный ремонт автомобилей : справ. / Л. В. Дехтеринский, Р. Е. Есенберлин, К. Х. Акмаев и др. ; под ред. Р. Е. Есенберлина. М. : Транспорт, 1989. 335 с.
10. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др. ; под ред. Е. А. Пучина. М. : КолосС, 2007. 488 с.

A. N. Cheboksarov

Evaluation of the Applied Technology and Equipment the Progressiveness for Car Repair

Abstract. For continuous development of car repair production it is necessary not only to replace timely obsolete equipment, but also to update technology of work periodically, in this regard there is a need for constant progressiveness assessment of the applied technology and the equipment for car repairs. Technology process is considered progressive if at its implementation higher or equal growth rates of labor productivity in comparison with planned is provided. The growth rate of labor productivity for period of technology validity is directly proportional to coefficient of increase in productivity of work and is inversely proportional to period of this technology validity. The made analysis of increase coefficient in productivity of work shows that it is inefficient to use the accepted technology process of car repairs both during small term, and during very long period. The coefficient of increase in work productivity depends on the current costs of technology process and also capital investments necessary for its implementation.

Analytical dependences necessary for calculations of increase coefficient in productivity of work, growth rate of labor productivity for period of technology validity, maximum growth rate of labor productivity and also the period of technology process action as progressive and highly effective are given in article.

The technique of technology progressiveness assessment and the used equipment for car repairs stated in article provides the reasonable conclusion about the reached level of perfection of the operating or projectable technology and also allows managing technical progress in the car parts recovery area.

Key words: *car; repair; labor productivity; equipment; technology; progressive.*

Чебоксаров Алексей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. E-mail: chan23@inbox.ru