

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Н. К. Толочко, О. В. Сокол, В. М. Синельников

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», Минск
vsinelnikov@yahoo.com*

Аннотация. Рассматривается подход экономической оценки применения аддитивных технологий при осуществлении ремонта сельскохозяйственной техники, учитывающий не только материальные затраты, но и потери, связанные с простоем техники.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, ремонт, запасные детали, аддитивные технологии, эффективность.

Аддитивные технологии (от англ. Additive Fabrication) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или САД-модели) методом послойного добавления материала. В современном производстве они открыли уникальные возможности воспроизведения сложнейших пространственных форм, объектов и инженерных конструкций, механизмов практически во всех отраслях производства [1]. Современное производство с помощью стандартных 3D-принтеров получает ткани, обувь, продукты питания и даже выращивает живые человеческие органы. Однако, из-за использования технически сложного и очень дорогостоящего оборудования, аддитивные технологии практически не используются в агропромышленном комплексе.

Первым шагом применения аддитивных технологий в сельскохозяйственном производстве может служить изготовление деталей машин при осуществлении внепланового ремонта.

Внеплановые ремонты машин вызываются их отказами в работе, которые в большинстве случаев связаны с внезапным выходом из строя деталей по непредвиденным причинам. На сегодняшний день затраты на запчасти при осуществлении такого ремонта составляют 50...70% от стоимости ремонта.

При определении потребностей в запчастях должны учитываться такие объективные факторы, как сезонность работ, климатические условия, износ рабочих органов и др. Сложность в определении потребности в запасных частях при проведении внеплановых ремонтов приводит к снижению уровня их запасов на складе, и при несвоевременном пополнении складских запасов, может

привести к ситуациям, когда сельскохозяйственная техника будет простаивать в ожидании ремонта. Зачастую предприятие в кратчайшие сроки приобретает необходимые детали, однако в отдельных случаях их покупка может быть невозможной (например, из-за прекращения производства), либо затруднительной (привоз деталей из соседних стран). В этих случаях предприятие вынуждено изготавливать их собственными силами, либо на стороне, по специальным заказам. При этом предприятию важно выбрать такие технологии изготовления и такие предприятия-изготовители, чтобы можно было обеспечить требуемое качество деталей при минимальных затратах, связанных с ремонтом. В тех случаях, когда детали могут быть изготовлены с применением АМ-технологий, необходимо, прежде чем принимать соответствующее решение, оценить целесообразность применения этих технологий, для чего следует использовать соответствующую методику, которая позволит экономически подтвердить правильность выбранного решения.

Суть методики, позволяющей дать экономическую оценку применения аддитивных технологий, заключается в следующем: затраты, связанные с внеплановым ремонтом, заключающимся в замене неисправной детали на запасную деталь, изготовленную на стороннем предприятии, можно определить в общем случае по формуле:

$$Z_p = Z_{BP} + П_{П}, \quad (1)$$

где Z_{BP} – затраты на выполнение ремонта; $П_{П}$ – потери из-за простоя в результате ремонта [1]

$$Z_{BP} = Z_{PP} + Z_{DD} + C_d, \quad (2)$$

где Z_{PP} – затраты на проведение ремонтных работ по замене детали (зарплата ремонтных рабочих и др. расходы); Z_{DD} – затраты по доставке запасной детали с предприятия-изготовителя на предприятие, осуществляющее ремонт; C_d – покупная стоимость запасной детали

$$Z_{DD} = Z_{DD(t)} t_{DD}, \quad (3)$$

где $Z_{DD(t)}$ – затраты по доставке запасной детали, осуществляемой в течение единицы времени; t_{DD} – время доставки запасной детали

$$П_{П} = П_{PP} + П_{HD}, \quad (4)$$

где $П_{PP}$ – понесенные из-за простоя расходы (зарплата рабочих основного производства за время вынужденного простоя и др. расходы); $П_{HD}$ – неполученные из-за простоя доходы (упущенная выгода в результате простоя)

$$П_{PP} = П_{PP(t)} t_{П} \quad (5)$$

и

$$П_{HD} = П_{HD(t)} t_{П}, \quad (6)$$

где $\Pi_{\text{ПР}(t)}$ – расходы, понесенные из-за простоя в течение единицы времени; $\Pi_{\text{НД}(t)}$ – доходы, не полученные из-за простоя в течение единицы времени; $t_{\text{П}}$ – время простоя

$$t_{\text{П}} = t_{\text{РР}} + t_{\text{ИД}} + t_{\text{ДД}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{РР}}$ – время проведения ремонтных работ по замене детали; $t_{\text{ИД}}$ – время изготовления запасной детали; $t_{\text{ДД}}$ – время доставки запасной детали

С учетом выражений (2) – (7) формулу (1) можно представить в следующем виде:

$$Z_{\text{Р}} = Z_{\text{РР}} + Z_{\text{ДД}(t)}t_{\text{ДД}} + C_{\text{Д}} + (\Pi_{\text{ПР}(t)} + \Pi_{\text{НД}(t)})(t_{\text{РР}} + t_{\text{ИД}} + t_{\text{ДД}}). \quad (8)$$

Проводя по формуле (1) расчет затрат, связанных с внеплановым ремонтом машин, и сравнивая полученные значения для разных вариантов изготовления запасной детали с применением АП-технологий, можно сделать заключение о целесообразности применения одного из них, а именно того, для которого величина затрат оказывается наименьшей [2].

В формуле (8) регулируемые параметрами являются:

– $C_{\text{Д}}$ и $t_{\text{ИД}}$ – зависят от выбранной технологии изготовления запасной детали;

– $Z_{\text{ДД}(t)}$ и $t_{\text{ДД}}$ – зависят от выбранного транспортного средства доставки запасной детали, кроме того, $t_{\text{ДД}}$ зависит от удаленности выбранного предприятия-изготовителя от предприятия, осуществляющего ремонт.

С уменьшением этих параметров затраты, связанные с ремонтом, также уменьшаются. Следовательно, из возможных вариантов изготовления запасной детали, следует выбирать тот, который приводит к уменьшению искомых параметров. При этом необходимо учитывать, что влияние значения каждого из этих параметров на общую величину затрат может быть различным [3].

Также немаловажным параметром, определяющим выбор варианта изготовления запасной детали, является время ее изготовления $t_{\text{ИД}}$, которое может быть существенно сокращено благодаря применению АМ-технологий.

Список литературы

1. Валетов, В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы): учебное пособие / В. А. Валетов. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 63 с.
2. Методологические аспекты оценки целесообразности применения аддитивных технологий для изготовления запасных деталей машин / Н. К. Толочко, В. М. Синельников, О. В. Сокол, П. С. Чугаев, Т. А. Богданович // Агропанорама. – 2018. – № 2. – С. 37 – 41.
3. Инновационная деятельность в агропромышленном комплексе / В. А. Грабауров и др. – Минск: БГАТУ, 2011. – 308 с.

ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY

N. K. Tolochko, O. V. Sokol, V. M. Sinelnikov

*Educational establishment «Belarusian State Agrarian Technical University», Minsk
vsinelnikov@yahoo.com*

Abstract. The publication considers the approach of economic evaluation of the application of additive technologies in the repair of agricultural machinery, taking into account not only material costs but also losses associated with idle equipment.

Keywords: agricultural machinery, repair, spare parts, additive technologies, efficiency

References

1. Valetov, V.A. Additive technologies (state and prospects): Tutorial // SPb.: University of ITMO, 2015. – 63 p. (In Russ.).
2. Tolochko, N. K. Methodological aspects of assessing the appropriateness of applying additive technologies for manufacturing spare machine parts / N. K. Tolochko, V. M. Sinelnikov, O. V. Sokol, P. S. Chugaev, T. A. Bogdanovich // *Agropanorama*. – 2018. – № 2. – P. 37 – 41. (In Russ.).
3. Innovative activity in the agro-industrial complex / V.A. Grabaur and others. // Minsk: BSTU, 2011. – 308 p. (In Russ.).