

Таким образом, самораспространяющийся высокотемпературный синтез в режиме послойного горения реакционных смесей порошков титан и углерода без предварительной механоактивации может быть инициирован при содержании титановой связки в полученном композите до 60% (об.) В случае механоактивации смесей порошков титана и углеродной сажи можно увеличить содержание титановой связки до 75% (об.). Синтез механически активированных смесей с содержанием инертной связки 75–90% (об.) также возможен, но в режиме теплового взрыва. Дальнейшее увеличение содержания титановой связки нецелесообразно, поскольку в этом случае композиты TiC–Ti содержат мало (порядка нескольких объемных процентов) карбидных частиц и, скорее всего, по физическим свойствам практически не отличаются от чистого титана [5].

Литература.

1. Чечулин Б.Б., Ушков С.С., Разуваева И.И., Гольдфайн В.Н. Титановые сплавы в промышленности. Л. «Машиностроение» (Ленинградское отделение). 1977. 248с.
2. А.с. №975068 (СССР). Аввакумов Е.Г., Поткин А.Р., Самарин О.И.. Планетарная мельница. Бюллетень изобретений, 1982. №43.
3. М. А. Корчагин, Н. З. Ляхов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез механически активированных смесей // Химическая физика, 2008, т.27, №1, с. 73-78.
4. Криницын М.Г., Прибытков Г.А., Корчагин М.А. СВС композиционные порошки «TiC – титановая связка» для наплавки и напыления // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, Юргинский технологический институт. – Томск: ТПУ, 2015 – С. 90-94.
5. Кипарисов С.С., Левинский Ю.В., Петров А.П. Карбид титана: получение, свойства, применение. М.: Металлургия, 1987. 216 с.

АНАЛИЗ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО СИСТЕМ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ГЕОХОДА

М.С. Матрунчик, студент

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38452)-6-22-48
E-mail: masha_93011@mail.ru*

Одним из важнейших факторов конкурентоспособности является стоимость продукции. Известно [1], что более 70% затрат в течение жизненного цикла продукции обуславливаются решениями, принятыми на ранних стадиях разработки изделия. Это означает, что уже на самых ранних этапах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области создания и совершенствования геоходов [2] необходимо иметь объективные данные о значимости влияния тех или иных элементов машины на формирование затрат. Это позволит оценить значимость различных направлений совершенствования технологий производства систем и узлов геохода [4].

Основой для оценки затрат новых моделей геоходов может являться опытный образец геохода, для которого в настоящее время проведен комплекс научно-исследовательских работ и разработана исчерпывающая конструкторская и технологическая документация.

Структура геохода как сборочной единицы достаточно сложна. В конструктивном плане большинство компонентов геохода объединены в четыре модуля: головной модуль, хвостовой модуль, модуль сопряжения и транспортный модуль. Собственно геоход относится к первому уровню членения, а модули относятся к элементам второго уровня в дереве состава элементов. На более низком уровне находятся системы – сборочные единицы, объединенные по функциональному назначению. В состав модулей геохода входит девять систем: исполнительный орган, головная секция, внешний движитель, исполнительный орган внешнего движителя, погрузочная система, стабилизирующая секция, элементы противовращения, исполнительные органы элементов противовращения, внешний и внутренний корпуса модуля сопряжения. В свою очередь системы включают в состав сборочные единицы, под сборки и детали. В целом структура геохода является сложной и насчитывает до восьми уровней членения. Наибольшее значение в технологических процессах изготовления геохода и его составных частей имеют технологии сборки [6], сварки, механической обработки [8], контроля [3] и термической резки [5; 7].

Оценка затрат на производство опытного образца геохода в данной работе выполнялась в соответствии с операционным подходом [9]. Калькуляция затрат для изделий выполнялась по рекурсивному выражению и определяющему величину затрат на изделие уровня членения l [10]:

$$C_l = \sum_{k=1}^m q_{l+1,k} C_{l+1,k} + C_M + (I + k_{SI})(I + k_E) C_S + C_E + C_F; \quad (1)$$

где m – количество наименований изделий, входящих в текущее на уровне $l+1$; $q_{l+1,k}$ – количество k -х изделий, входящих в текущее на уровне $l+1$; $C_{l+1,k}$ – затраты на k -е изделие, входящее в текущее на уровне $l+1$; C_M – материальные затраты на уровне l ; k_{SI} – доля отчислений на социальное страхование; k_E – доля на дополнительную заработную плату; C_S – затраты на основную заработную плату на уровне l ; C_E – затраты на энергию и топливо для технологических целей на уровне l ; C_F – цеховые расходы на уровне l .

Материальные затраты определялись из выражения:

$$C_M = C_{SM} + C_{CP} + C_{SF} + C_T - R; \quad (2)$$

где C_{SM} – затраты на сырье и материалы; C_{CP} – затраты на покупные комплектующие; C_{SF} – затраты на собственные полуфабрикаты; C_T – транспортно-заготовительные расходы; R – перерабатываемые отходы.

Нормируемые работы подразделялись на восемь видов: работы заготовительного производства, сварочные работы, механическая обработка, слесарно-сборочные работы, термическая обработка, нанесение покрытий, электромонтажные работы, прочие работы. Для каждого вида работ устанавливались отдельные значения часовой ставки, удельные затраты энергии и энергоносителей и доля цеховых расходов. В соответствии с этим составляющие затрат определялись из выражений:

$$\begin{aligned} C_S &= \sum_{i=1}^n R_{Oi} t_{\Sigma i}; \\ C_E &= \sum_{i=1}^n R_{Ei} t_{\Sigma i}; \\ C_F &= \sum_{i=1}^n k_{Fi} R_{Oi} t_{\Sigma i}; \end{aligned} \quad (3)$$

где n – количество видов нормируемых работ; R_{Oi} – часовая ставка по i -му виду работ; $t_{\Sigma i}$ – суммарная трудоемкость i -го вида работ на уровне l ; R_{Ei} – удельные затраты энергии и энергоносителей по i -му виду работ; k_{Fi} – доля на цеховые расходы по i -му виду работ.

На рис. 1 приведена интерпретация результатов расчетов, выполненная в виде диаграммы распределения затрат между основными системами и модулями геохода. Величины в диаграмме выражены в процентах от общих затрат на геоход в целом. Структура затрат показывает, что на уровне систем наибольшую долю в затратах имеет исполнительный орган. Значительный вклад в затраты вносят крупногабаритные корпусные изделия геохода – головная секция и стабилизирующая секция. На верхнем уровне членения наибольшие затраты связаны с головным модулем геохода, что связано с тем, что это наиболее насыщенная системами и механизмами структурная часть машины.

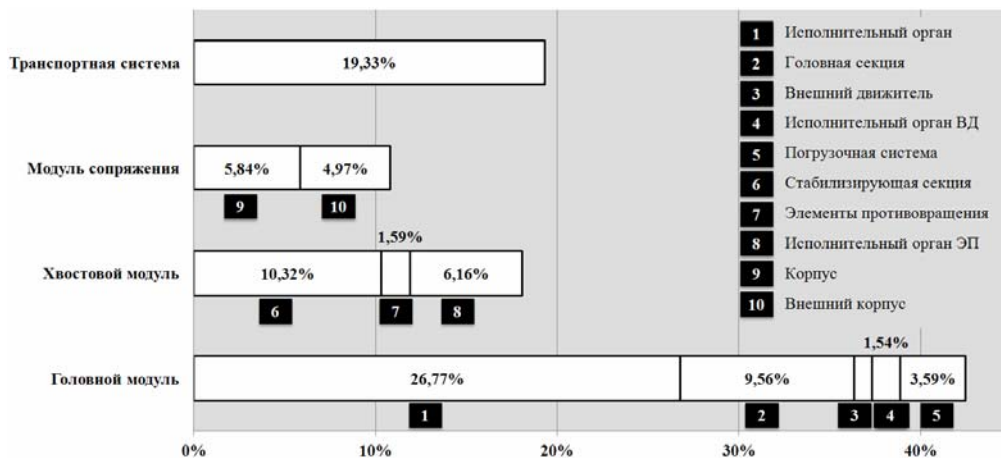


Рис. 1. Распределение затрат между системами и модулями геохода

Оценкой конструктивной сложности компонентов машины могут служить затраты, приходящиеся на единицу массы данного компонента. На рис. 2 приведена диаграмма, в которой показаны затраты в процентах от стоимости геохода, приходящиеся на одну тонну массы системы или модуля.

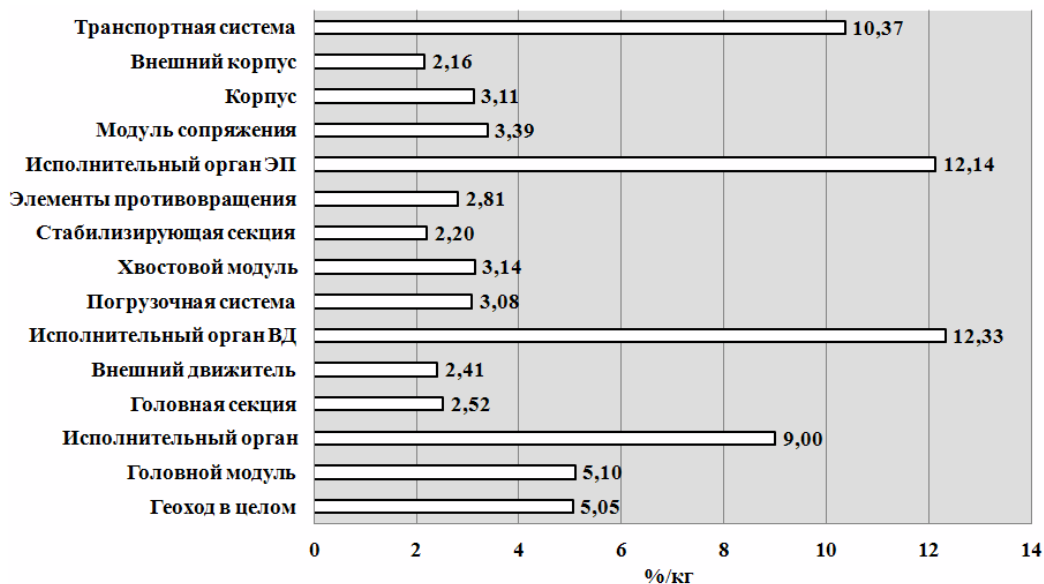


Рис. 2. Удельные затраты на системы и модули геохода

Анализируя данную диаграмму можно выделить две группы систем, кратно отличающихся величинами удельных затрат. К первой группе относятся системы, в состав которых входят механизмы: исполнительный орган, исполнительный орган внешнего движителя, исполнительный орган элемента противовращения и транспортный модуль. Данные компоненты характеризуются высокими значениями удельных затрат. Ко второй группе относятся системы, являющиеся корпусными изделиями [11]: головная секция, внешний движитель, стабилизирующая секция, элемент противовращения, корпус и корпус внешний модуля сопряжения. Данные компоненты характеризуются относительно небольшими значениями удельных затрат.

На рис. 3 приведена диаграмма, показывающая структуру трудоемкости технологических процессов по модулям и системам геохода. Как следует из диаграммы, между трудоемкостью на изготовление компонентов геохода и общими затратами нет выраженной связи.

Оценкой производственной сложности компонентов машины может служить трудоемкость, приходящаяся на единицу массы данного компонента. На рис. 4 приведена диаграмма, в которой показаны величины трудоемкости, приходящиеся на один килограмм массы системы или модуля.

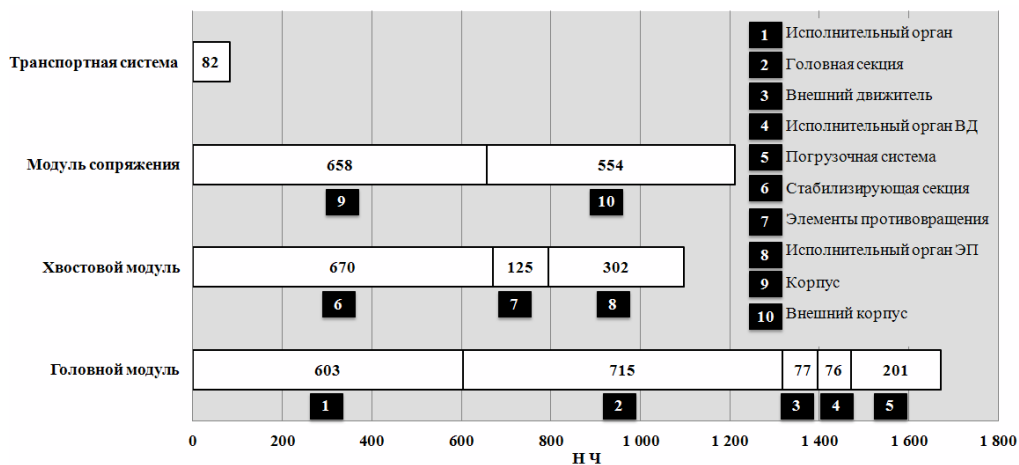


Рис. 3. Диаграмма распределения трудоемкости по различным системам и модулям геохода

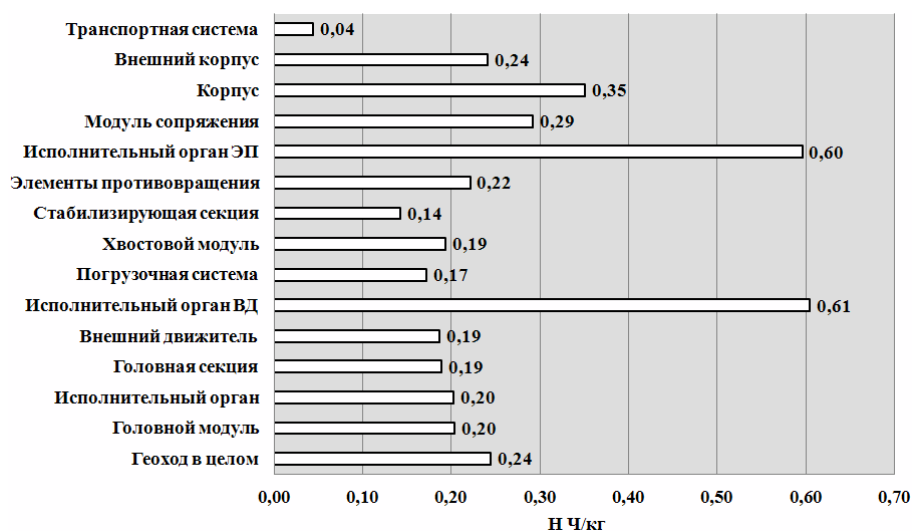


Рис. 4. Удельная трудоемкость по системам и модулям геохода

Анализ гистограммы показывает, что среди всех систем большими значениями удельной трудоемкости резко выделяются две системы, содержащие механизмы – исполнительный орган внешнего двигателя и исполнительный орган элемента противовращения. В то же время другие компоненты, содержащие механизмы – исполнительный орган, погрузочная система и транспортный модуль, характеризуются умеренными значениями удельной трудоемкости. Последнее объясняется тем, что механизмы в данных компонентах реализованы по большей части посредством покупных изделий.

На основании проведенного анализа могут быть сделаны следующие выводы: структура и характер затрат на производство модулей и систем геохода отражают конструктивные и технологические особенности изделий и, таким образом, могут служить основой для формирования количественных критериев классификации изделий.

Литература.

1. Asiedu Y., Gu P. Product life cycle cost analysis: State of the art review // International Journal of Production Research. – 1998. – Vol. 36. – Product life cycle cost analysis. – Iss. 4. – P. 883-908.
2. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Бегляков В.Ю., Вальтер А.В. Создание нового инструментария для формирования подземного пространства // Горная техника. – 2015. – № 1 (15). – С. 24-26.
3. Вальтер А.В., Аксенов В.В., Чазов П.А. Математическое обеспечение обработки данных координатного контроля оболочки геохода // Технологии и материалы. – 2015. – № 3. – С. 4-9.
4. Walter A.V., Aksenov V.V. Determining deviations in geometry of the geokhod shells // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 770. – P. 439-444.
5. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Варианты обеспечения точности оболочек и собираемости корпусов геохода // Механика XXI века. – 2015. – № 14. – С. 89-92.
6. Вальтер А.В., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Чазов А.П. Определение погрешности расположения секторов стабилизирующей секции геохода на основе данных координатного контроля // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2015. – № 4 (69). – С. 31-42.
7. Аксенов В.В., Вальтер А.В. Специфика геохода как предмета производства / В.В. Аксенов, А.В. Вальтер // Научное обозрение. – 2014. – Т. 8, Ч. 3. – С. 945-950.
8. Сапрыкин А.А., Вальтер А.В. Производительность процесса 2,5-координатного формообразования и технологичность изделий сложной пространственной формы / А.А. Сапрыкин, А.В. Вальтер // Технология машиностроения. – 2008. – № 2. – С. 20 - 22.
9. Creese R.C. Estimating and costing for the metal manufacturing industries : Cost engineering / R.C. Creese. – New York: M. Dekker, 1992. – Iss. 18. – 270 pp.
10. Aksenov V.V., Walter A.V., Gordeyev A.A., Kosovets A.V. Classification of geokhod units and systems based on product cost analysis and estimation for a prototype model production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – Vol. 91. – P. 012088.
11. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Определение отклонений геометрической формы оболочек корпусных изделий геохода // Актуальные проблемы современного машиностроения: сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Томск: ТПУ, 2014. – С. 165-170.