

DOI 10.15589/jnn20170211
УДК 65.012:629.58
С47

PROJECT COST MANAGEMENT FOR MANUFACTURING THE BUOYANCY MATERIAL FOR UNDERWATER EQUIPMENT

УПРАВЛЕНИЕ СТОИМОСТЬЮ ПРОЕКТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПЛАВУЧЕСТИ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ ТЕХНИКИ

Volodymyr R. Slyvnitsyn
ya.vslivnicin@yandex.ua
ORCID: 0000-0002-4515-683X

В. Р. Сливницин,
инж.

International Classical University of P. Orlik, Mykolaiv

Международный классический университет имени П. Орлика, г. Николаев

Abstract. The main factors affecting the cost of the project of manufacturing buoyancy materials based on spheroplastics have been identified and analyzed; the materials are intended for various production volumes and different hydrostatic strength. On the basis of these factors, a mathematical model is developed to determine the most cost-effective operation modes of the enterprise producing buoyancy blocks from spheroplastics. It is revealed that the cost of production of the buoyancy materials for shallow depths is only slightly dependent on the depth. Therefore, it is impractical to orient the project of production of buoyancy materials at the operating depths of underwater equipment if they are less than 1 km. The study indicates the presence of the optimal production volume of buoyancy materials, reduction of which is accompanied by a substantial increase of the cost of the finished products, and it does not lead to a considerable reduction in price. It is determined that the optimal monthly production volume depends on the operating depths of underwater equipment and varies from 12 m³ for depths less than 1 km, up to 8 m³ at depths of 5 km. When making decision on the order execution, this allows the project manager to agree with the customer upon the economically feasible minimum volumes of the ordered buoyancy materials and avoid execution of unprofitable orders at the stage of their receipt without time-consuming preliminary calculations.

Key words: cost management; buoyancy material; underwater equipment.

Аннотация. Рассмотрены основные факторы, влияющие на стоимость проекта производства материалов плавучести на основе сферопластиков для различных объёмов производства и гидростатической прочности. Разработана математическая модель, позволяющая определять наиболее экономически эффективные режимы работы предприятия, производящего блоки плавучести из сферопластиков. Определены оптимальные месячные объёмы производства в зависимости от рабочих глубин подводной техники.

Ключевые слова: управление стоимостью; материал плавучести; подводная техника.

Анотація. Розглянуто основні фактори, що впливають на вартість проекту виробництва матеріалів плавучості на основі сферопластиків для різних обсягів виробництва й гідростатичної міцності. Розроблено математичну модель, що дозволяє визначати найбільш економічно ефективні режими роботи підприємства, яке виробляє блоки плавучості зі сферопластиків. Визначено оптимальні місячні обсяги виробництва залежно від робочих глибин підводної техніки.

Ключові слова: управління вартістю; матеріал плавучості; підводна техніка.

REFERENCES

- [1] *Zagalnoderzhavna programa rozvitku mineralno-sirovinnoi bazi Ukraini na period do 2030 roku* [State program for development of the mineral resources base of Ukraine for the period up to 2030]. Kyiv, Vidomosti VR Ukrainy Publ., 2011, issue 44, 457 p.
- [2] Lobanov V. A. *Spravochnik po tekhnike osvoeniya shelfa* [Handbook on the technology of offshore development]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1983. 288 p.
- [3] Dyachkov I. I., Sazonov I. A. *Perspektivnye materialy v sistemakh plavuchesti* [Prospective materials in buoyancy systems]. Nikolaev, NKI Publ., 1992. 55 p.
- [4] Michel Biron, *Thermoplastics And Thermoplastic Composites*: William Andrew Publ., 2013. 1064 p.
- [5] Voznyy A. M., Dragomirov V. V., Kazarevov A. Ya., Koshkin K.V., Fateev N. V., Kharitonov Yu. N., Chernov S. K. *Modeli, metody i algoritmicheskoe obespechenie proektov i programm razvitiya naukoemkikh*

- proizvodstv* [Methods, models and algorithmic support of projects and programs of development of knowledge-intensive production]. Nikolaev, NUK Publ., 2009. 193 p.
- [6] Geyko S. P. *Tekhnologiya izgotovleniya keramicheskikh sfericheskikh obolochek i elementov plavuchesti na ikh osnove dlya glubokovodnoy tekhniki*. Avtoreferat Diss. [Technology of manufacturing ceramic spherical shells and buoyancy elements on their basis for deepwater equipment]. Nikolaev, 1994. 24 p.
- [7] James L. Throne, *Understanding Thermoforming*: Hanser / Gardner Publ., 2008. 450 p.
- [8] Berlin A. A., Shutov F. A. *Khimiya i tekhnologiya gazonapolnennykh vysokopolimerov* [Chemistry and technology of gas-filled high polymers]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 503 p.
- [9] Bakanov M. I., Melnik M. V., Sheremet A. D. *Teoriya ekonomicheskogo analiza* [Theory of economic analysis]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2005. 536 p.
- [10] Nekhorosheva L. N. *Ekonomika predpriyatiya* [Enterprise economics]. Minsk, BGEU Publ., 2008. 719 p.
- [11] Babkin G. V., Samoylenko D. N., Slivnitsin V. R. *Upravlenie stoimostyu proekta sozdaniya materiala plavuchesti s zadannoy gidrostaticheskoy prochnostyu* [Project cost management for creating the buoyancy material with a given hydrostatic strength]. *Zbirnyk naukovykh prats NUK — Collection of scientific publications of NUOS*, 2011, issue 1, pp. 142–148.
- [12] Vins R. *Matematika upravleniya kapitalom: Metody analiza riska dlya treyderov i portfelnykh menedzherov* [Mathematics of capital management: risk analysis methods for traders and portfolio managers]. Moscow, Alpina Publ., 2012. 570 p.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Важнейшей задачей «Общегосударственной программы развития минерально-сырьевой базы Украины до 2030 года» является необходимость обеспечения экономики Украины минеральными ресурсами собственной добычи, а также увеличение экспорта полезных ископаемых за рубеж.

Программа предусматривает разработку и добычу нефти и газа в секторе Чёрного и Азовского морей Украины, запасы в которых оцениваются в 2279,2 млн т условного топлива, а запасы газогидратов в Чёрном море составляют не менее 7–10 трлн куб. метров [1].

Реализация таких объёмных проектов национального масштаба возможна только при создании широкого спектра обитаемой и необитаемой подводной техники (ПТ) для поиска, изучения и освоения ресурсов украинской части Азово-Черноморского бассейна. Один из ключевых вопросов создания такой техники – производство материалов плавучести (МП), устойчивых к высокому гидростатическому давлению и одновременно обладающих механической прочностью, химической стойкостью и простой механообработкой. К таким МП относятся сферопластики, используемые для придания ПТ нулевой (нейтральной) плавучести [2].

Сферопластики наиболее сложные материалы в ПТ в получении и наукоемкие в обеспечении заданных физико-механических свойств. Как следствие, создаваемые на их основе МП для ПТ имеют высокую стоимость.

Сферопластики плотностью 500 кг/м³ имеют стоимость 20–25 у.е. за 1 кг, а с плотностью 600–630 кг/м³ — 80–100 у.е. [3, 4]. Создание отечественных МП с более низкой стоимостью позволило бы

существенно снизить затраты на реализацию государственных проектов по добыче полезных ископаемых на шельфе мирового океана.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ научно-технической и производственной литературы в области проектирования МП показывает, что сегодня недостаточно исследованы вопросы экономико-математического моделирования по финансированию разработок и производству МП, а именно процессы, характеризующиеся ростом масштаба производства, гидростатической прочностью МП. Их изучение необходимо для нахождения режимов максимальной экономической эффективности производства для различных объёмов и гидростатической прочности МП, связанной с рабочими глубинами погружения ПТ [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Отсутствие экономико-математических моделей, позволяющих выявить закономерности таких связей, существенно затрудняет управление проектами создания специальных МП для ПТ. Актуальность задачи управления стоимостью данного проекта МП с разными объёмами производства, гидростатической прочностью и низкой себестоимостью значительно возрастает.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — разработать математическую модель, позволяющую оперативно определять себестоимость создания МП на основе сферопластиков для различных объёмов производства и гидростатической прочности для снижения издержек и получения максимального экономического эффекта.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

При создании МП для ПТ необходимо рассмотреть процессы по использованию материальных ресурсов, выявить основные издержки производственных

процессов, определить необходимый бюджет для получения таких материалов. При ограниченном бюджете проектных работ в целях экономии средств и получения дополнительной конкурентоспособности требуется значительное снижение себестоимости МП. Оптимизация себестоимости МП включает в себя совершенствование управления производственными процессами получения МП, а также осуществление управления стоимостью проектных работ. Следует проанализировать наиболее существенные факторы, влияющие на формирование себестоимости производства сферопластиков. Одним из таких основных факторов является масштаб производства, уменьшение издержек за счёт роста объёма производства оказывает существенное влияние на снижение себестоимости продукции.

Производство сферопластиков в небольших объёмах представляет собой достаточно сложный и затратный процесс, т. к. блоки плавучести имеют различную конфигурацию, для каждого из них необходимо изготовление специальных, конструктивно сложных форм. Процессы формовки и дальнейшей механической обработки блоков плавучести требуют дополнительной технологической оснастки, выработки определённых навыков, большого объёма трудоёмких ручных работ, что также усложняет и увеличивает продолжительность производственного процесса, и, как следствие, ведёт к росту различного рода издержек.

При больших объёмах производства издержки не столь значительны. Происходит процесс унификации продукции, что позволяет значительно сократить время простоев и уменьшить время производства единицы продукции.

Рассмотрим наиболее существенные параметры, влияющие на стоимость проекта создания сферопластиков с применением общеэкономических методов, таких как сравнение и перспективный анализ [9]. Относительно объёма производства затраты разделяются на условно-постоянные и условно-переменные. Первые мало или вообще не зависят от объёма производства — амортизация, арендная плата и т. д. Вторые непосредственно определяются объёмом производства — затраты на сырьё, материалы, топливо, энергию и т. д. [9, 10].

Для построения математической модели в расчёты будем включать только изменяющиеся составляющие, обусловленные объёмами производства. Среди них выделим следующие:

1. Трудовые ресурсы:

А) Формирование команды проекта. В силу необходимости проведения как производственных, так и наукоёмких работ штат сотрудников можно разделить на научных сотрудников и производственных рабочих. При увеличении объёмов производства штат как первых, так и вторых возрастает.

Из особенностей процесса создания блоков плавучести из сферопластиков можно установить, что минимальный штат рабочих должен быть в количестве не менее 6 человек, которые могут обслуживать производство МП в объёме 2 м³ в месяц. С ростом его объёма производства штат рабочих увеличивается, достигая 15 человек, обеспечивающих выработку 14–15 м³/мес. При дальнейшем возрастании до 20–25 м³/мес. — изменение штата рабочих не происходит за счёт интенсификации труда и более высокой загрузки производственных мощностей, в т. ч. работы в сверхурочное время. Дальнейшее расширение штата должно сопровождаться механизацией и автоматизацией производства. Нелинейность, характеризующая динамику изменения производственной команды проекта, с учетом приведенных числовых параметров может быть выражена формулой:

$$E_{eng}(v) = 6 + \left\lfloor 10 \cdot e^{\frac{v}{6}} \right\rfloor, \quad (1)$$

где операция $\lfloor \cdot \rfloor$ означает взятие целой части дробного числа. При расчётах объём производства (v) измеряется в м³/мес.

Штат научных сотрудников также зависит от объёмов производства, но в меньшей степени, чем штат рабочих. При объёмах производства, не превышающих 9 м³/мес., оптимальным следует считать штат из 2-х человек. При производстве от 9 до 15 м³/мес. следует предусмотреть дополнительную штатную единицу. При выпуске продукции свыше 15 м³/мес. штат возрастает до 4 научных сотрудников и далее остается неизменным. Указанная закономерность представляется соотношением:

$$E_{sci}(v) = 2 + \left\lfloor \frac{v-2}{6,5} \right\rfloor. \quad (2)$$

Б) Оплата труда. Зарботная плата персонала формируется из постоянной составляющей и надбавки. Примем в модели, что постоянная составляющая заработной платы научных сотрудников составляет 220 у. е. Надбавка к заработной плате научных сотрудников предусматривается в размере 4 у. е. за каждый дополнительный 1 м³ выпущенной продукции за счёт увеличивающегося объёма работ при постоянстве штата.

Зарботная плата производственных рабочих предполагается неизменной, составляющей 180 у. е. В бюджет проектных работ не закладывается дополнительная мотивация рабочих как отдельный параметр. Все мотивационные надбавки осуществляются за счёт сэкономленных ресурсов, повышения производительности труда, а также уменьшения различного рода издержек [11]. С точки зрения параметров модели учет надбавок к зарплате рабочих из-за экономии и уменьшения издержек приведет к взаимной компенсации положительных и отрицательных сла-

гаемых, что свидетельствует о нецелесообразности указанного выделения вариативной части зарплаты рабочих.

С учетом изложенных подходов к формированию штата сотрудников и их заработной платы может быть рассчитана составляющая бюджета проекта по оплате работы персонала. Зависимость общей суммы выплат от объемов заказа представлена следующей формулой:

$$S(v) = \left(220 + 30 \frac{v-2}{6,5} \right) \cdot E_{sci}(v) + 180 \cdot E_{eng}(v). \quad (3)$$

Графически зависимость (3) показана на графике рис. 1.

Переломы на графике рис. 1 соответствуют ступенчатому изменению количества штатных единиц (округлению числа до целого).

В) Производительность труда. Следует отметить, что сложность производства МП может сильно влиять на общие трудозатраты. При небольших объемах производства практически все технологические процессы осуществляются последовательно, что приводит к простоям отдельных рабочих мест в ожидании завершения предыдущих этапов. С ростом объемов производства многие процессы могут выполняться параллельно как за счет увеличения количества сотрудников, так и за счёт большей повторяемости одних и тех же операций, которые носят шаблонный характер в случае больших объемов, но фактически уникальны для малых объемов. Шаблонность проведения многих производственных операций означает

их унификацию и, как следствие, значительное сокращение времени на их проведение (обработка блоков плавучести, испытательные операции и др.).

В качестве экспертной оценки примем, что при объемах менее 1 м³/мес. коэффициент трудозатрат будет составлять 0,5, что соответствует эффективно-му использованию около 50% оплаченного рабочего времени. Полное задействование производственных мощностей достигается при объемах производства, близких к 9 м³/мес., после чего остается неизменным и соответствует единичному коэффициенту трудозатрат.

Предполагая плавный характер роста коэффициента трудозатрат, покажем его зависимость в:

$$P(v) = 1 - 0,5 \cdot e^{-\frac{v^2}{20}}. \quad (4)$$

При выборе характера зависимости принято статистическое распределение Пуассона, являющееся типичным для подобных задач [12]. Графическое представление формулы (4) приведено на рис. 2.

В формальном отношении коэффициент трудозатрат характеризует долю времени фактического выполнения работ к нормативной продолжительности рабочего времени, являющегося основанием для формирования заработной платы.

2. Материальные ресурсы

А) Закупка сырья. С ростом объема производства, очевидно, увеличиваются объемы закупок исходного сырья. Большинство участников рынка сырья предоставляют систему скидок, зависящих от объемов закупки.

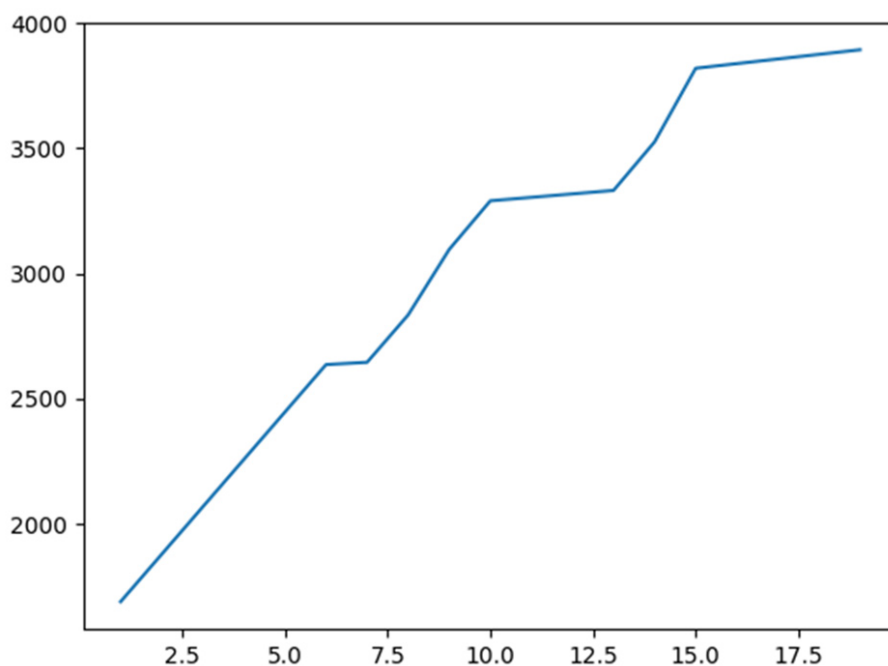


Рис. 1. Зависимость суммы оплаты работы персонала (у. е.) от объемов производства МП (м³/мес.)

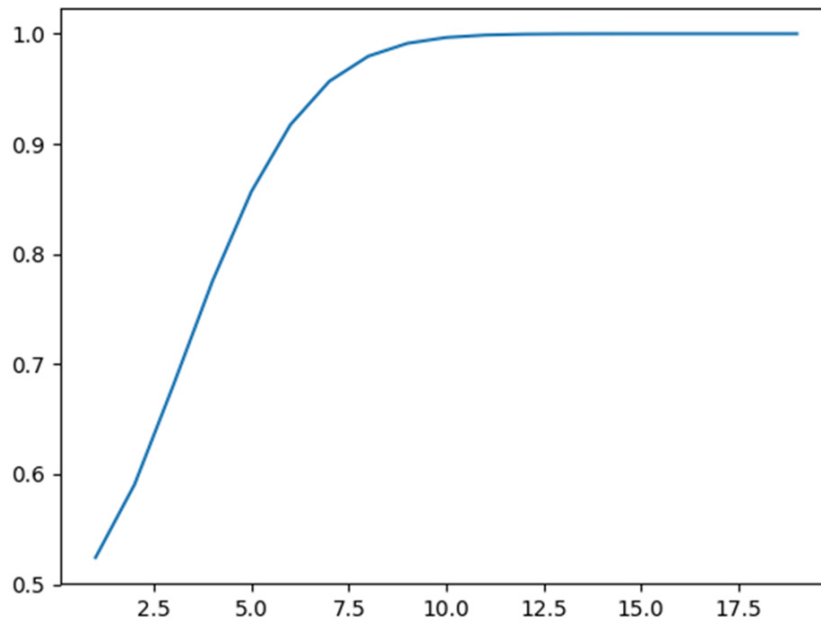


Рис. 2. Зависимость коэффициента трудозатрат от объемов производства МП (м³/мес.)

Взаимовыгодной и часто используемой схемой на современном рынке сырьевых компонентов для сферопластиков (микросферы, эпоксидная смола и др.) является скидка 5% при заказе более 1 тонны сырья, 8% – более 2,5 тонн, до 10% — более 5 тонн. Для введения в модель используем функцию $D(m)$:

$$D(m) = \begin{cases} 0, & m < 1000 \\ 0,05, & 1000 \leq m < 2500 \\ 0,08, & 2500 \leq m < 5000 \\ 0,10, & m \geq 5000 \end{cases} \quad (5)$$

Необходимо отметить, что сырье для МП закупается в массовом выражении, тогда как при изготовлении блоков плавучести имеет значение объем. С учетом того, что любая проектируемая ПТ используется на определенных для неё рабочих глубинах погружения, МП для неё должен иметь заданную плотность. В работе [11] была рассчитана зависимость кажущейся плотности от заложенной гидростатической прочности в виде:

$$\rho(\sigma) = 374 + 3,65 \cdot \sigma \quad (6)$$

Зависимость (6) позволяет по заданному граничному (снизу) значению гидростатической прочности (σ , МПа) найти достаточную для конструкции кажущуюся плотность (ρ). Как несложно установить из (6), для меньших глубин эксплуатации ПТ достаточно использовать сферопластик меньшей плотности. При тех же объемах производства МП масса исходного сырья будет меньшей для ПТ на меньших глубинах, что удешевит стоимость ПТ.

Б) Отходы. Следует учесть, что в процессе производства блоки плавучести подвергаются механи-

ческой обработке, что сопровождается необратимой потерей МП. При единичных производимых партиях блоков плавучести (объемом менее 1 м³/мес.) величина производственных отходов и брака может составлять до 30% из-за неотработанности технологических режимов, большого количества маломеханизированной ручной работы, отсутствия в нужном объеме необходимой технологической оснастки.

При объемах выпускаемой продукции более 10 м³/мес. величина отходов и брака может снизиться до 10–12% за счет стандартизации производства, его механизации, улучшения технологий производства, приобретения необходимых навыков рабочими, подготовкой оптимизированных отливочных форм. Дальнейшее уменьшение отходов при постоянстве процессов незначительно и может быть оценено величиной 10%. Предполагая плавный характер изменения доли отходов, представим ее в виде зависимости, инверсной к Пуассоновскому распределению [12]:

$$W(v) = 0,1 + 0,2 \cdot e^{-\frac{v^2}{30}} \quad (7)$$

Зависимость (7) в виде графика изображена на рис. 3.

Целесообразно отметить, что отходы материала должны быть изначально оценены на этапе планирования и учтены при закупке необходимой массы сырья (п. 2А). С учетом зависимости массы как от объемов, так и от плотности, зависящей, в свою очередь, от гидростатической прочности, для вычисления массы будем применять формулу:

$$M(v, \sigma) = \rho(\sigma) \cdot v \cdot (1 + W(v)) \quad (8)$$

Беря во внимание отмеченные выше составляющие бюджета проекта изготовления МП, проведены расчеты общих затрат от предполагаемых объёмов производства.

$$T(v, \sigma) = \frac{S(v)}{P(v)} + M(v, \sigma) \cdot p \cdot (1 - D(M(v, \sigma))), \quad (9)$$

где p — цена 1 кг сферопластика.

Для определения удельной себестоимости 1 м³ МП результат выражения (9) следует отнести к объёму производства:

$$t(v, \sigma) = \frac{T(v, \sigma)}{v}. \quad (10)$$

Результаты расчетов по формуле (10) представлены в виде графиков рис. 4 для нескольких значений гидростатической прочности (σ), характеризующей предельную глубину работы ПТ.

Из графиков на рис. 4 можно сделать несколько выводов. Во-первых, себестоимость производства МП для небольших глубин мало зависит от самой глубины. Так, для глубины 1 км ($\sigma = 1000$ МПа) при больших объемах производства себестоимость составляет 1270 у. е./м³, тогда как для глубины 200 м ($\sigma = 200$ МПа) — 1194 у. е./м³. Разница в стоимости равна 6% при разнице в глубинах — в пять раз, что свидетельствует о нецелесообразности ориентации проекта производства МП на небольшие рабочие глубины ПТ. При увеличении глубины до 5 км ($\sigma = 5000$ МПа) себестоимость производства 1 м³ воз-

растает до 1653 у. е./м³ (+30%), что становится существенным при проектировании ПТ.

Во-вторых, наблюдается сильная нелинейность в приведённых соотношениях. Резкое снижение себестоимости при росте объёмов от 1 м³ до 5 м³ продолжается незначительным падением для объёмов, больших 7,5 м³. Это свидетельствует о наличии оптимального объёма производства МП, уменьшение которого сопровождается значительным удорожанием готовой продукции, а рост не обуславливает её существенное удешевление.

Для уточнения величины оптимального объёма производства МП преобразуем абсолютные величины себестоимости к относительным (по отношению к минимальному значению). Указанные зависимости показаны на графиках рис. 5.

Будем предполагать, что оптимальным можно считать объём, при котором дальнейшее снижение себестоимости не превышает 10%. В этих пределах точность расчётов модели будет сравнима с влиянием рисков, изменением стоимости сырья и производственных материалов, где дальнейшее уточнение нецелесообразно. Как несложно заметить из рис. 5, положение оптимума зависит от заложенной гидростатической прочности МП. Для гидростатической прочности $\sigma = 5000$ МПа отклонение в 10% (точка 1.1 на графике) достигается при производстве сферопластика объёмом 8 м³. В то же время как при $\sigma = 1000$ МПа, так и при $\sigma = 200$ МПа положение оптимума соответствует объёму 12 м³.

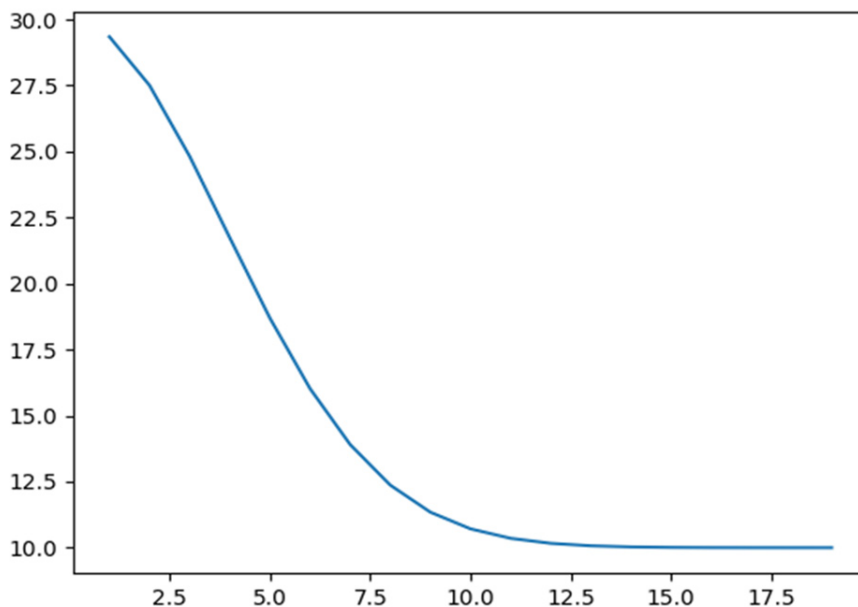


Рис. 3. Зависимость доли отходов сырьевого материала (%) от объёмов производства МП (м³/мес.)

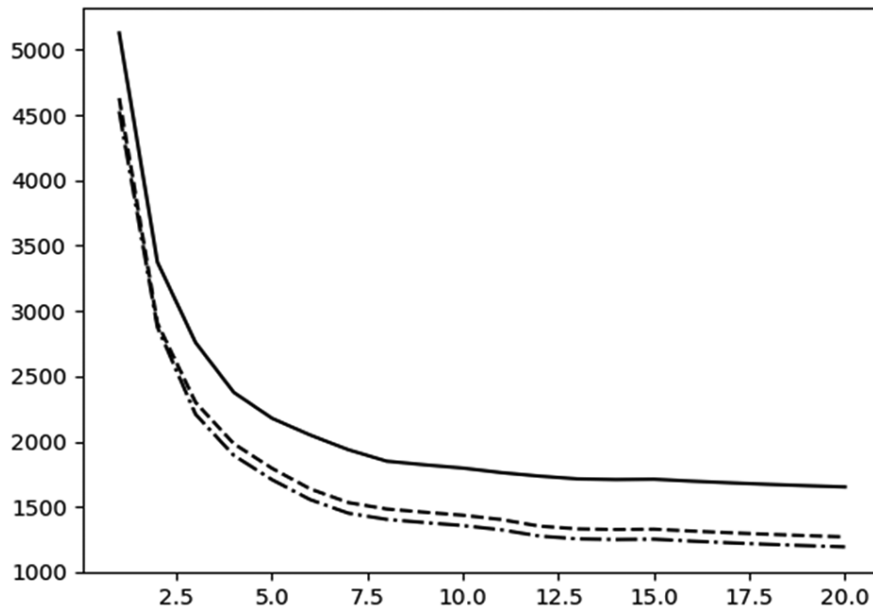


Рис. 4. Зависимость себестоимости изготовления 1 м³ МП (у. е.) от объемов производства МП (м³/мес.) при гидростатической прочности 5000 МПа (сплошная линия), 1000 МПа (штриховая линия), 200 МПа (штрих-пунктирная линия)

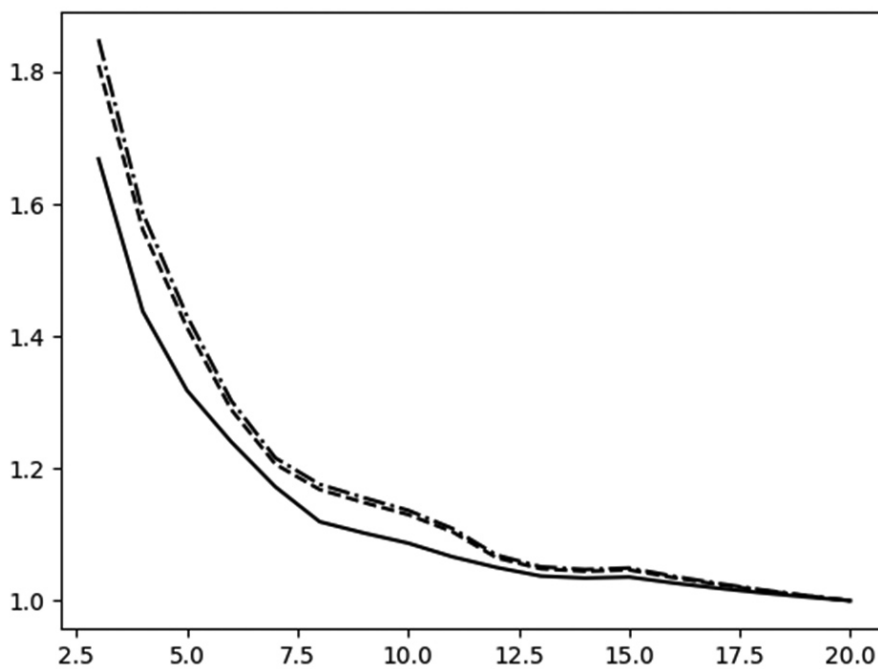


Рис. 5. Зависимость относительной себестоимости изготовления 1 м³ МП от объемов производства МП (м³/мес.) при гидростатической прочности 5000 МПа (сплошная линия), 1000 МПа (штриховая линия), 200 МПа (штрих-пунктирная линия)

ВЫВОДЫ. Рассмотрены основные факторы, влияющие на стоимость проекта производства МП на основе сферопластиков для различных объемов производства и гидростатической прочности. На основе анализа выявленных факторов разработана математическая модель управления стоимостью проекта, позволяющая найти наиболее экономически эффек-

тивные режимы использования сырьевых и трудовых ресурсов проекта. Показано, что нецелесообразно ориентировать проект производства МП на рабочие глубины ПТ, меньшие 1 км, в силу незначительного изменения удельной стоимости при существенных колебаниях глубин. Определено, что оптимальный месячный объем производства зависит от рабочих

глубин ПТ и варьируется от 12 м³ для глубин, меньших 1 км, до 8 м³ при глубинах 5 км. Это позволяет проектному менеджеру на этапе принятия решения об исполнении заказа на производство МП согласовать с заказчиком экономически обоснованные минимальные объёмы заказываемых МП и избежать выполнения убыточных заказов на этапе их поступления без трудоёмких предварительных расчётов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року [Текст] : офіц. текст : станом на 21 квітня 2011 р. — К. : Відомості ВР України. — 2011. — № 44. — 457 с.
- [2] **Лобанов В. А.** Справочник по технике освоения шельфа [Текст] / В. А. Лобанов. — Л. : Судостроение, 1983. — 288 с.
- [3] **Дьячков И. И.** Перспективные материалы в системах плавучести [Текст] / И. И. Дьячков, И. А. Сазонов. — Николаев : НКИ, 1992. — 55 с.
- [4] **Michel Biron** Thermoplastics And Thermoplastic Composites: William Andrew. — 2013. — 1064 p.
- [5] Модели, методы и алгоритмическое обеспечение проектов и программ развития наукоёмких производств [Текст] / А. М. Возный, В. В. Драгомиров, А. Я. Казарезов, К. В. Кошкин, Н. В. Фатеев, Ю. Н. Харитонов, С. К. Чернов. — Николаев : НУК, 2009. — 193 с.
- [6] **Гейко С. П.** Технология изготовления керамических сферических оболочек и элементов плавучести на их основе для глубоководной техники [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.08.04 / Гейко Сергей Петрович; Украинский государств. морской техн. университет. — Николаев, 1994. — 24 с.
- [7] **James L. Throne** Understanding Thermoforming: Hanser / Gardner Publications. — 6915 Valley Avenue, Cuncinnati, 2008. — 450 p.
- [8] **Берлин А. А.** Химия и технология газонаполненных высокополимеров [Текст] / А. А. Берлин, Ф. А. Шутов. — М. : Наука, 1985. — 503 с.
- [9] **Баканов М. И.** Теория экономического анализа [Текст] / М. И. Баканов, М. В. Мельник, А. Д. Шеремет. — М. : Финансы и статистика, 2005. — 536 с.
- [10] **Нехорошева Л. Н.** Экономика предприятия [Текст] : учеб. для студ. высш. техн. учебн. заведений / Л. Н. Нехорошева. — Минск : БГЭУ, 2008. — 719 с.
- [11] **Бабкин Г. В.** Управление стоимостью проекта создания материала плавучести с заданной гидростатической прочностью [Текст] / Г. В. Бабкин, Д. Н. Самойленко, В. Р. Сливницин // Збірник наукових праць НУК. — 2011. — № 1. — С. 142–148.
- [12] **Винс Р.** Математика управления капиталом: Методы анализа риска для трейдеров и портфельных менеджеров [Текст] / Р. Винс. — М. : Альпина Паблишер, 2012. — 570 с.

© В. Р. Сливницин

Надійшла до редколегії 10.02.2017
Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК
д-р техн. наук, проф. *І. І. Коваленко*