

# TECHNOLOGY, ENGINEERING

UDC 621.797:631.3.02.004.

## Toigonbaev S. K., Apatenko A. S. Calculation and design of the ZMZ-511 engine repair shop

Расчет и проектирование цеха по ремонту двигателей ЗМЗ-511

**Toigonbaev S. K.**

PhD, Professor, Department of technical operation of technological machinery and equipment of environmental engineering, doctor of Russian state agrarian University – MTAА named after K. A. Timiryazev.

**Apatenko A. S.,**

doctor of technical Sciences, Professor of technical operation of technological machines and equipment of nature management, fgbou VO RGAU – MSHA named after K. A. Timiryazev.

Тойгамбаев С.К.

к.т.н, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования [природообустройства](#), ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев.

Апатенко А.С.,

д.т.н., профессор технической эксплуатации технологических машин и оборудования [природообустройства](#), ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев.

***Abstract.** Calculations have been Made to determine the optimal parameters of areas for engine repair, taking into account the convenience of washing, installation and maintenance, and subsequent testing of engines after repair work. The equipment was calculated.*

***Keywords:** engine; area; criterion; optimization.*

***Аннотация.** Проведены расчеты по определению оптимальных параметров площадей для ремонта двигателей, с учетом удобства мойки, монтажа и демонтажа и последующего испытания двигателей после ремонтных работ. Произведен расчет оборудования.*

***Ключевые слова:** двигатель; площадь; критерий; оптимизация.*

---

**Рецензент:** Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Выбор режима работы и расчет годовых фондов времени работы рабочих и оборудования. При разработке дипломного проекта принимаем односменную работу предприятия при 5-дневной рабочей неделе. Номинальный годовой фонд времени работы рабочих и оборудования определяем по формуле:

$$\Phi_{\text{н}} = (K_{\text{р}} \cdot t_{\text{см}} - K_{\text{п}} \cdot t_{\text{с}}) \cdot n \quad (1)$$

где  $K_{\text{р}}$  – число рабочих дней в году (при пятидневной рабочей неделе  $K_{\text{р}}=253$ );  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, принимаем 8,2 ч;  $K_{\text{п}}$  – число праздничных дней, принимаем 6;  $t_{\text{с}}$  – время, на которое сокращается смена в предпраздничные дни, принимаем 1ч;  $n$  – число смен;

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{\text{но}} = (253 \cdot 8,2 - 6 \cdot 1) \cdot 1 = 2068 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы рабочего  $\Phi_{\text{др}}$  определяем вычитанием из номинального фонда времени всех потерь времени:

$$\Phi_{\text{др}} = (\Phi_{\text{но}} - K_0 \cdot t_{\text{см}}) \cdot \eta_{\text{р}}, \quad (2)$$

где  $K_0$  – общее число рабочих дней отпуска в году, принимаем  $K_0 = 24$  дня;  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены,  $t_{\text{см}} = 8,2$  ч;  $\eta_{\text{р}}$  – коэффициент потерь рабочего времени, принимаем  $\eta_{\text{р}} = 0,98$ .

$$\Phi_{\text{др}} = (2068 - 24 \cdot 8,2) \cdot 0,98 = 1840 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяем по формуле:

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{но}} \cdot \eta_0, \quad (3)$$

где  $\Phi_{\text{но}}$  – номинальный годовой фонд времени работы оборудования с учетом цикла смен,  $\Phi_{\text{но}} = 2068$  ч;  $\eta_0$  – коэффициент использования оборудования, принимаем  $\eta_0 = 0,98$ ;

$$\Phi_{\text{до}} = 2068 \cdot 0,98 = 2026 \text{ ч.}$$

*Определение годовой программы восстановления головки блока цилиндров.* Планируемое количество поступающих на ремонт головок, составляет 500 шт. за год. Следовательно, программа ремонта головок составила около 500 шт. Годовая трудоемкость ремонта головок рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{г}} = N \cdot T_{\text{н}} \quad (4)$$

где  $N$  – количество ремонтируемых деталей за год,  $N = 500$  шт;  $T_{\text{н}}$  – полное время на ремонт и восстановление одной детали (из технологии  $T_{\text{н}} = 2,39$  ч)  
 $T_{\text{г}} = 500 \cdot 2,39 = 1195 \text{ ч.}$

*Расчет числа рабочих.* При расчете числа рабочих предприятия различают списочный и явочный составы. Списочный состав производственных рабочих  $P_{\text{сп}}$  рассчитываем по действительному фонду времени работы рабочих:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_{\text{г}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K} \quad (5)$$

где  $T_{\text{г}}$  – трудоемкость работ по участку,  $T_{\text{г}} = 1195$  ч.;  $\Phi_{\text{др}}$  – действительный фонд времени работы,  $\Phi_{\text{др}} = 1840$  ч.;  $K$  – планируемый коэффициент

перевыполнения нормы выработки ( $K = 1,05 - 1,15$ ), принимаем  $K = 1,05$ .

$$P_{\text{сп}} = \frac{1195}{1840 \cdot 1,05} = 0,62 \text{ чел}$$

Явочный состав производственных рабочих  $P_{\text{яв}} = 1$  чел.

Число вспомогательных рабочих при укрупненном расчете обычно определяется в процентном отношении от числа производственных рабочих. Для ремонтных предприятий число вспомогательных рабочих принимают в среднем 14-17% от количества производственных рабочих. Итак, число вспомогательных рабочих:

$$P_{\text{вс}} = \frac{P \cdot 17\%}{100\%} \quad (6)$$

где:  $P_{\text{вс}}$  - количество производственных рабочих;  $P=1$ чел.

$$P_{\text{вс}} = \frac{1 \cdot 17}{100} = 0,17 \text{ чел}$$

Число вспомогательных рабочих  $P_{\text{вс}} = 1$ чел тогда, полное число рабочих на участке  $P_{\text{п}}$ :

$$P_{\text{п}} = P + P_{\text{вс}} = 1 + 1 = 2 \text{ чел.}$$

*Расчет ремонтно-технологического оборудования.* При проектировании необходимо рассчитать число основного оборудования, на котором выполняют наиболее сложные и трудоемкие операции ремонта и восстановления деталей. К основному оборудованию ремонтного предприятия относятся моечные машины и станки для механической обработки детали.

Число моечных машин периодического действия:

$$S_{\text{м}} = \frac{Q \cdot t}{\Phi_{\text{до}} \cdot q \cdot \eta_{\text{o}} \cdot \eta_{\text{т}}} \quad (7)$$

где:  $Q$  - общая масса деталей, подлежащих мойке за планируемый период в данной машине:

$$Q = N \cdot m, \quad (8)$$

где:  $N$  - общее количество деталей, подлежащих мойке за планируемый период (1г.) в данной машине,  $N=500$  шт.;  $m$  - масса головки блока, кг ( $m = 43$  кг);

$Q = 500 \cdot 43 = 21500$  кг;  $t$  - время мойки одной партии деталей (обычно  $t = 0,15$ ч.);

$\Phi_{\text{до}}$  - действительный фонд времени оборудования за планируемый период,  $\Phi_{\text{до}} = 2026$ ч.;

$q$  - масса деталей одной загрузки (грузоподъемность поворотного стола), для моечной машины  $OM - 4944$   $q = 60$  кг;  $\eta_{\text{o}} = 0,6 - 0,8$  - коэффициент, учитывающий одновременную загрузку моечной машины по массе в зависимости

от конфигурации и габаритов деталей, принимаю  $\eta_{\text{o}} = 0,8$ ;  $\eta_{\text{т}} = 0,8 \dots 0,9$  - коэффициент использования моечной машины по времени, принимаем  $\eta_{\text{т}} = 0,8$ ;

коэффициент использования моечной машины по времени, принимаем  $\eta_{\text{т}} = 0,8$ ;

$$S_{\text{м}} = \frac{21500 \cdot 0,15}{2026 \cdot 60 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 0,041$$

Принимаем количество моечных машин  $S_{\text{м}} = 1$  ед.

Определение числа металлорежущих станков и подбор их по видам и размерам во многом зависят от номенклатуры ремонтируемых объектов и от типа производства. Число станков определяют несколькими методами: по

трудоемкости

станочных работ, по технико-экономическим показателям и по данным технологического процесса. Расчет числа станков по трудоемкости ведут в случаях, когда известна общая трудоемкость в часах или по видам работ (токарных, фрезерных, сверлильных и др.). Расчет числа станков по технико-экономическим показателям применяют в том случае, когда известны такие показатели, как годовой выпуск с одного станка, указанный в тоннах, единицах или в денежном выражении, и число часов, затрачиваемое на обработку одного комплекта деталей ремонтируемого объекта или одной тонны обрабатываемых деталей, либо число часов, отнесенное на единицу мощности (например, на 1 кВт) ремонтируемого изделия. Этот метод чаще применяют при проектировании механических цехов (отделений), изготавливающих новые изделия (запчасти), или специализированных цехов.

Расчет числа станков по данным технологического процесса -самый точный, его применяют при проектировании механических цехов, для которых точно установлена номенклатура деталей, подлежащих обработке, и на каждую деталь имеется технологический процесс ее изготовления или восстановления.

Число станков подсчитывают делением суммарного нормировочного времени всех операций, выполняемых на станках данного типа, на действительный годовой фонд времени работы станка и коэффициент его загрузки, равный не менее 0,85. При проектировании ремонтных предприятий этот метод расчета оборудования может быть применен в случае расчета оборудования для специализированных цехов по восстановлению деталей определенной номенклатуры.

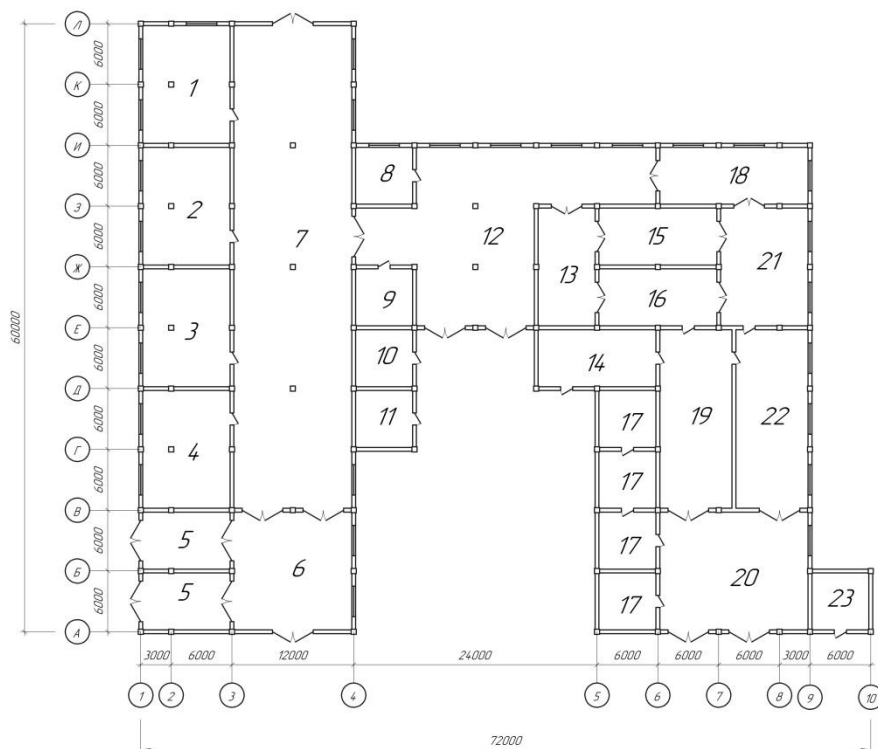


Рисунок 1. План мастерской с проектируемым участком по ремонту двигателей. 1-котельная, 2-комната отдыха, 3-слесарный пост, 4-токарный пост, 5-гараж,

6-пост наружной очистки, 7-ремонтно-монтажный пост, 8-пост вулканизации, 9-медницко-жестяницкий пост, 10-газосварочный пост, 11- электросварочный пост, 12-разбюорочно-сборочный пост, 13- пост очистки двигателей, 14-аккумуляторный цех, 15-пост ремонта электрооборудования двигателей, 16- проектируемы пост по ремонту двигателей, 17-административный участок, 18-пункт окраски, 19-пункт технического обслуживания автомобилей, 20-пост наружной очистки техники, 21-пост испытания двигателей,22-пункт технического обслуживания тракторов, 23-кузнечный цех.

*Подбор оборудования.* При подборе оборудования учитываем технологию восстановления детали и расчетные данные. После расчета числа ремонтно-технологического оборудования и окончательного их подбора по маркам составляют сводную ведомость с характеристикой каждого станка.

Таблица 1

Сводная ведомость оборудования

№	Наименование оборудования	Марка	Кол.	Габаритные размеры, мм×мм	Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>
1	Моечная машина	ОМ-4944	1	1080×3530	3,8
2	Стол дефектовочный	ОРГ-1468-01-00	1	2400×800	1,92
3	Верстак слесарный на 1 рабочее место	ОР-21414	1	1400×800	1,12
4	Стол для сварочных работ	ОКС-7523	1	1100×750	0,83
5	Преобразователь сварочный	ПСГ-350	1	950×580	0,55
6	Станок вертикально-сверлильный	2Н125	1	2670×1000	2,67
7	Стол контрольный	70-7808-1335	1	3425×1760	6,03
8	Электроножницы	47-5407	1	270×105	0,03
9	Шкаф для инструмента		1	1200×1000	1,2

Общая площадь оборудования составляет  $F_{об} = 18,15 \text{ м}^2$ .

*Расчет производственной площади цеха.* При расчете производственных площадей участков, по площади занимаемой оборудованием, применяем

$$\text{формулу: } F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma, \quad (9)$$

где  $F_{об}$  - площади, занимаемые соответственно оборудованием,  $F_{об}=18,15\text{м}^2$ ;  
 $\sigma$  - коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, для нашего участка  
 $\sigma =3,5-4,0$ ; принимаем  $\sigma = 4$ ;

$$F_{уч} = 18.15 \cdot 4 = 72.6 \text{ м}^2$$

Планировка участка по восстановлению головки блока цилиндров представлена на листе графической части.

Вывод.

Данная планировка участка является более удобным, отвечающим требованиям ГОСТа. Не вызывает излишнего перемещения по всему цеху при разборочно-сборочных и ремонтных работах с двигателями, соседнее расположение поста по

испытанию двигателя, значительно упрощает путь перемещения двигателей при постановке их на испытания после ремонтных работ.

#### Conclusion.

This plot layout is more convenient and meets the requirements of GOST. It does not cause unnecessary movement throughout the shop during Assembly and repair work with engines, the adjacent location of the engine test station greatly simplifies the way of moving engines when they are put to the test after repair work.

#### References

1. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем: Уч. пос. для инжен.-экон. спец. вузов.: М.: Высшая шк. 2011 -192с.
2. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.
3. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия. В сборнике: [Доклады ТСХА](#) Материалы международной научной конференции. 2018. С. 297-299.
4. Шнырёв А.П., Тойгамбаев С.К., Сергеев Г.А., Казимирчук А.Ф. Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин. Учебное пособие для ВУЗов, Рекомендован УМО ВУЗов МГУП. Редакционно-издательский отдел МГУП, 2008, г. Москва.
5. Шнырёв А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. Учебное пособие для студентов технических ВУЗов УМО МГУП Издательская «Компания Спутник +» 2006, г. Москва.
6. Тойгамбаев С.К. Повышение надёжности изготовления резьбовых соединений./ [Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина"](#). 2013. № 3 (59). С. 45-46.
7. Тойгамбаев С.К. [Восстановление бронзовых втулок скольжения центробежной заливкой с применением электродугового нагрева.](#) // [Механизация и электрификация сельского хозяйства.](#) – М.: 2015. № 7. С. 28-32.
8. Казимирчук А.Ф., Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Флотационная очистка электролитов и СОЖ после механической обработки деталей машин./ Сборник: “Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов”. Материалы Международной научно-практической конференции. 2008. С. 216-218.
9. Тележка с гидравлическим подъемником для ТО и ремонта автомобилей./ ж. Аспирант и соискатель.-М: № 4, (70) 2012. с. 37.