

UDC 621.86. 621. 629.3; 669.54. 793

## Toygambayev S.K., Shamuratov D.D. Organization of a site for the restoration of camshafts of machines

Организация участка по восстановлению распределительных валов машин

**Toygambayev S.K.,**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Shamuratov D.D.**

postgraduate student of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

Тойгамбаев С.К.  
д.т.н., профессор кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Шамуратов Д.Д.  
аспирант кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

***Abstract.** In this paper, a section is designed for the restoration of camshafts of automobile engines by plasma surfacing. The site for the restoration of parts can operate both as part of a repair company and independently.*

***Keywords:** repair; site; annual fund; plasma surfacing; labor intensity; housing; area; equipment.*

***Аннотация.** В данной работе проектируется участок по восстановлению распределительных валов автомобильных двигателей методом плазменной наплавки. Участок по восстановлению деталей может действовать как в составе ремонтного предприятия, так и самостоятельно.*

***Ключевые слова:** ремонт; участок; годовой фонд; плазменная наплавка; трудоемкость; корпус; площадь; оборудование.*

---

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

Ремонтные и другие работы высокой сложности (восстановление деталей) следует выполнять на предприятиях с высокой оснащенностью производства, высокой квалификации производственных работ и инженерно-технических работников. В данном случае участок по восстановлению распределительных валов автомобильных двигателей плазменной наплавкой действует в составе цеха по ремонту и восстановлению деталей плазменной наплавкой. Такой участок может быть организован на любом предприятии, занимающемся вопросами эксплуатации, ремонта и восстановления деталей (авторемонтные предприятия, предприятия технического сервиса, мастерские по капитальному ремонту техники, цеха (участки) восстановления

изношенных деталей и другие предприятия). Таким образом, все решения, принимаемые при проектировании, должны быть подчинены перспективному развитию ремонтной базы инженерно-технических формирований и подразделений.

*Режимы работы и фонды времени.* Режим работы предприятия принимаем односменный при пятидневной рабочей неделе. Номинальный годовой фонд времени работы рабочих и оборудования определяем по формуле:

$$\Phi_H = (K_P \cdot t_{CM} - K_{П} \cdot t_c) \cdot n, \quad (1)$$

где,  $K_P$  – число рабочих дней в году ( $K_P = 253$ );  $t_{CM}$  – продолжительность смены ( $t_{CM} = 8,2$  ч);  $K_{П}$  – число праздничных дней;  $n$  – число смен ( $n = 1$ ).

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

Действительный годовой фонд времени работы рабочего определяется вычитанием из номинального фонда времени всех потерь времени:

$$\Phi_{ДР} = (\Phi_H - K_O \cdot t_{CM}) \cdot \eta_P, \quad (2)$$

где,  $\Phi_H$  – номинальный годовой фонд времени работы;  $K_O$  – общее число рабочих дней отпуска в году ( $K_O = 24$ );  $\eta_P$  – коэффициент потерь времени работы, принимаем из таблицы  $\eta_P = 0,97$

$$\Phi_{ДР} = (2068,6 - 24 \cdot 8,2) \cdot 0,97 = 1871,8 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{ДО} = \Phi_H \cdot n_c \cdot \eta_O \quad (3)$$

где,  $\Phi_H$  – номинальный годовой фонд времени работы;  $n_c$  – число смен в сутки;  $\eta_O$  – коэффициент использования оборудования, принимаем из таблицы  $\eta_O = 0,95$

$$\Phi_{ДО} = 2068,6 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1965,17 \text{ ч.}$$

*Определение годовой трудоемкости производственной программы.* Общий такт ремонта рассчитывается по формуле:

$$r_O = \frac{\Phi_D}{N_K}, \quad (4)$$

где,  $\Phi_D$  – действительный годовой фонд времени работы рабочих;  $N_K$  – годовая производительная программа.

$$r_O = 1871,8 / 1000 = 1,87$$

Годовая программа предприятия по ремонту распределительных валов автодвигателей составляет 1000 шт.

Таблица 1

Годовая программа предприятия

Наименование операции	Норма времени		Годовая трудоемкость	Расчет количества рабочих	
	мин	час		расчетное	принятое
1. Токарная обработка	5	0,08	640	0,3	3
2. Наплавка	22	0,3	2400	1,2	
3. Правка	3	0,05	400	0,03	
4. Шлифование	9	0,15	120	0,06	
5. Контрольная проверка	2	0,03	240	0,12	
ИТОГО		0,61	3800	1,71	3

*Расчет количества рабочих.* Расчет количества рабочих определяется по формуле:

$$P_C = \frac{T_G}{\Phi_D \cdot K}, \quad (5)$$

где:  $P_C$  – списочное число рабочих;  $T_G$  – годовая трудоемкость по наплавке;  $K$  – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки  $K=1,05 \dots 1,15$ .

Для наплавки:  $P_C = 2400 / (1871,8 \cdot 1,05) = 1,2$

Для токарной обработки:  $P_C = 640 / (1871,8 \cdot 1,05) = 0,3$

Для шлифовки:  $P_C = 120 / (1871,8 \cdot 1,05) = 0,06$

Для контроля:  $P_C = 240 / (1871,8 \cdot 1,05) = 0,12$

Определение загрузки рабочего места

$$Z_P = \left( \frac{P_C}{P_{ПР}} \right) \cdot 100\%, \quad (6)$$

где:  $P_{ПР}$  – принятое число рабочих.

$$Z_P = \left( \frac{0,6}{1} \right) \cdot 100\% = 60\%.$$

Для наплавки:

$$Z_P = \left( \frac{0,3}{1} \right) \cdot 100\% = 30\%.$$

Для токарной обработки:

$$Z_P = \left( \frac{0,06}{1} \right) \cdot 100\% = 6\%.$$

Для шлифовки:

$$Z_P = \left( \frac{0,12}{1} \right) \cdot 100\% = 12\%.$$

Для контроля:

*Расчет количества основного оборудования.*

Таблица 2

Сводная ведомость оборудования мастерской

№ п/п	Наименование оборудования и другой оснастки	Количество	Марки, тип, модель, ГОСТ	Габаритные размеры, мм	Общая площадь, занятая оборудованием, м <sup>2</sup>
1	Станок токарный	1	16К20	3080 × 1565	4,82
2	Наплавочная установка	1	ОКС11233	3080 × 1565	4,82
3	Пресс гидравлический	1	ОКС167Ш	1500 × 640	0,96
4	Копировально-шлифовальный станок	1	ЗА433	725 × 530	0,38
5	Стол для контроля	1	ОРГ-1468-01,09А	2400 × 800	1,92
6	Шкаф для инструмента	1	ОРГ-1468-0,7-040	860 × 360	0,31
7	Муфельная печь	1	Н-30	610 × 645	0,39
8	Тележка для распределительных валов, требующих восстановления	1		740 × 520	0,38
9	Тележка для восстановленных валов,	1		740 × 520	0,38
10	Стойка для баллонов	1		460 × 580	0,26
11	Стеллаж для приготовления порошка	1		1200 × 800	0,96

*Расчет площадей производственной мастерской.* Расчет площадей производственной мастерской производим по формуле:

$$F_{уч} = \sum F_O \cdot K_{П}, \quad (7)$$

где:  $F_O$  – суммарная площадь, занимаемая оборудованием, м<sup>2</sup>;  $K_{П}$  – переходной коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проходы и проезды на соответствующих участках. Определяется по таблице. Для наплавочного участка  $K_{П} = 5,5 \dots 6,5$ . Принимается  $K_{П} = 6$ .

Площадь, занимаемую оборудованием, определяем из суммы площадей каждого оборудования:  $\sum F_O = 4,82 + 4,82 + 0,96 + 0,38 + 1,92 + 0,31 + 0,39 + 0,38 + 0,38 + 0,26 + 0,96 = 15,58 \text{ м}^2$ .

Площадь участка составит  $F_{уч} = 15,58 \cdot 6 = 93,48 \text{ м}^2$ .

*Разработка планировки участка.* Габариты (длина, ширина) производственного корпуса устанавливаются из условия, что периметр здания при заданной площади должен быть минимальным, так как в этом варианте стоимость строительства здания будет наименьшей. Для контроля вводят понятие коэффициента целесообразности плана здания ремонтного предприятия:

$$\eta_{Ц} = \frac{\sqrt{F_{ПП}}}{l_{П} \cdot 0,282}, \quad (8)$$

где,  $F_{ПП}$  – производственная площадь предприятия, м<sup>2</sup>;  $l_{П}$  – периметр здания по наружным стенам, м; 0,282 – коэффициент пропорциональности, численно равный квадратному корню из отношения площади круга к длине его окружности.

Самый оптимальный периметр здания соответствует длине окружности. На практике необходимо, чтобы коэффициент целесообразности был равен 0,8 и более. Приступая к планировке производственного корпуса мастерской, следует, прежде всего, выбрать схему основной технологической линии производственного процесса. Для мастерских предпочтительно принять схему прямого потока, когда отношение ширины к длине равно 1/3, а здание выбрать произвольной формы. Строительные требования и принятую форму здания оценивают коэффициентом целесообразности плана здания мастерской.

Отделения и участки на плане производственного корпуса размещают так, чтобы ремонтируемые агрегаты и отдельные громоздкие детали передвигались по наикратчайшему пути, а взаимосвязь разборочно-сборочных отделений и отделений по восстановлению деталей соответствовала ходу технологического процесса и направлению основного грузопотока. Поэтому следует располагать цехи и участки в одном корпусе.

Производственные участки могут занимать один или несколько пролетов, а также часть пролета. Не рекомендуется разделять их перегородками, если это соответствует условиям выполнения технологии, требованиям техники безопасности или пожарной безопасности. Участки, опасные в пожарном отношении (сварочный, кузнечно-прессовый, термический, деревообрабатывающий, малярный, восстановления деталей синтетическими материалами), должны быть изолированы от других помещений огнестойкими стенами.

Помещения, отделяемые перегородками, следует размещать у наружных стен здания, так как это облегчает выполнение перегородок и вентиляционных устройств. При расстановке оборудования соблюдают следующие требования. Расстояние от стены до задней стороны станка при его установке перпендикулярно к стене должно быть не менее 500 мм, расстояние от станка до стены – не менее 1 м. Вытяжные зонты в смежных отделениях (например, в кузнечном и сварочном) располагают рядом, чтобы устроить один дымоотвод.

Технологическая планировка производственных зон и участков выполняется в виде планов с расстановкой технологического оборудования и оргоснастки, с соблюдением норм и требований ЕСКД. Технологическая планировка предусматривает размещение средств оснащения внутри проектируемых подразделений предприятия с учетом их функционального назначения, санитарно-технических и строительных норм. Планировка участков разрабатывается одновременно с объемно-планировочным решением зданий и сооружений на основании данных о расчетных площадях и принятой ведомости оборудования. Расстановка технологического оборудования и оргоснастки на планировках зон и участков должна выполняться в соответствии со схемой технологического процесса, необходимых условий техники безопасности, удобства обслуживания и монтажа оборудования при соблюдении нормируемых расстояний между оборудованием и элементами здания, а также требований норм технологического проектирования предприятий. При расстановке оборудования необходимо: обеспечивать свободные пути транспортирования по прямым линиям (основные потоки не должны пересекаться и должны иметь четко обозначенные границы), устраивать рабочие зоны так, чтобы они не пересекались с путями движения транспортных средств, а также предусматривать хранение крупногабаритных изделий и материалов вне участков (отделений).

Технологическое оборудование и оргоснастка на плане объекта проектирования должны быть обозначены позициями, а их перечень представлен в спецификации, содержащей в табличной форме номера по плану, наименование оборудования и количество. Кроме того, наряду с требованиями оформления, приведенными для планов производственных корпусов, на планировках зон и участков необходимо указывать маркировочные оси здания и расстояния между ними в соответствии с общим компоновочным планом производственного корпуса, а также габаритные размеры зоны (участка) (см. рис. 1). Расстояние между наплавочными стойками при размере до 1,0 м. берется 3-3,5 м. Источник питания током должен быть на расстоянии от стены не менее 250 мм, наплавочный станок на расстоянии 900 мм. Площадь каждой установки при плазменной наплавке должна быть 14-16 м. Норма расстояний между тыльными сторонами оборудования должна быть 700 мм при оборудовании с габаритами до 3000 × 1500 мм. Обычно применяют прямоугольное и прямолинейное размещение, обеспечивающее организацию потоков в одном направлении. При обслуживании рабочим нескольких единиц оборудования предусматривают удобное расположение всех рабочих зон с минимальными переходами. С целью облегчения обслуживания рабочие места целесообразно предусматривать со стороны проходов. При этом

оборудование, используемое постоянно, размещают в зоне наибольшего естественного освещения.

Технологическое оборудование изображают в принятом масштабе условным упрощенным контуром с учетом крайнего положения движущихся частей, открывающихся дверок (кожухов), постоянных ограждений и устанавливаемых на оборудовании изделий, если последние выходят в плане за габаритные размеры оборудования. Внутри контура оборудования и оргоснастки или вне контура на выносной полке указывают его номер по спецификации. На графическом листе технологической планировки заданного подразделения оборудование нумеруют (сквозной порядковой нумерацией) арабскими цифрами. Номера участков и оборудования указывают в сводной ведомости оборудования (см. табл. 2.). Технологическое оборудование размещают по отношению друг другу в соответствии с технологическим процессом, а также с учетом применения отдельно стоящих станков, стенов. Заполнение спецификации производится сверху вниз.

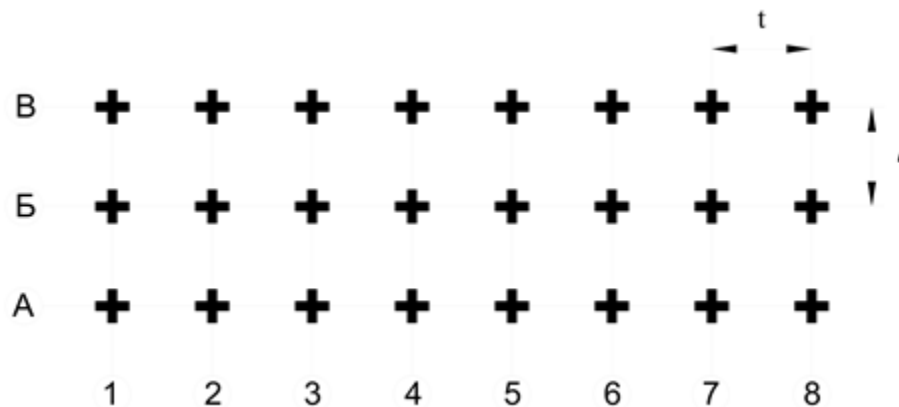


Рис.1. Маркировка разбивочных осей:

$l$  – пролет колонн;  $t$  – шаг колонн;  $l \times t$  – сетка колонн

Выводы:

Анализ многочисленных работ показывает, что они должны быть, как правило, централизованными (действовать в составе ремонтного предприятия) и децентрализованными (действовать как самостоятельное подразделение). Для выполнения ремонтных работ необходимо организовать предприятия (участки) более высокой оснащенности – это центральные ремонтные мастерские, цехи по ремонту машин и восстановлению и тому подобное.

Conclusions:

An analysis of numerous works shows that they should, as a rule, be centralized (act as part of a repair company) and decentralized (act as an independent unit). To carry out repair work,

it is necessary to organize enterprises (sites) of higher equipment – these are central repair shops, workshops for machine repair and restoration, and the like.

#### References

1. Голубев И.Г., Севрюгина Н.С., Апатенко А.С., Фомин А.Ю. Модернизация технологических машин как механизм продления назначенных ресурса и срока службы. / Вестник машиностроения. 2023. № 1. С. 36-41.
2. Дидманидзе О.Н. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий. / Методические указания. Изд. МГАУ. Москва, 2000. С. 73.
4. Евграфов В.А., Орлов Б.Н., Апатенко А.С., Новиченко А.И., Орлов Н.Б. Учет надежности при формировании технологических комплексов машин и оборудования в природообустройстве. / Учебное пособие. Рекомендовано УМО вузов РФ. Москва, 2014.
5. Тойгамбаев С.К., Соколов О.К. Оптимизация параметров участка то и ремонта машино-тракторного парка. В сборнике: Вестник международной общественной академии экологической безопасности и природопользования (МОАЭБП). Москва, 2020. С. 5-21.
6. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / РГАУ- МСХА им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000.
7. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Выбор критериев оптимизации при решении задач по комплектованию парка машин производственных сельскохозяйственных организации. / В сборнике: Доклады ТСХА. 2019. С. 317-322.
8. Тойгамбаев С.К. Математическое моделирование оптимизации парка машин и повышения надежности эксплуатации. / Аспирант и соискатель. 2015. № 5 (89). С. 102-106.
9. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Особенности разработки технологического процесса технического обслуживания тракторов в машинно-тракторном парке хозяйства. / Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1 (37). С. 74-80.
10. Чепурин А.В., Корнеев В.М., Кушнарев С.Л., Чепурин Е.Л., Кравченко И.Н., Орлов А.М. Надежность технических систем. / Учебник / Москва, 2017.