

Определение выходных параметров сезонной техники в дорожном строительстве

Рассмотрена методика определения коэффициента перехода сменного рабочего времени к часам наработки, позволяющая организовать проведение текущих и капитальных: ремонтов, планировать годовую наработку техники, сократить время ее простоя.

Парк строительных и дорожных машин (СДМ) представляет собой широкий спектр различной по номенклатуре техники. Среди этих машин можно выделить технику, эксплуатируемую только на протяжении лишь определенного сезона (сезонную технику) и технику всесезонную. Сезон определяет собой совокупность климатических и температурных факторов, приходящихся на соответствующий временной интервал. По истечении этого времени наступает межсезонье — временной интервал, в котором техника не эксплуатируется, а находится в ожидании следующего сезона.

При организации мероприятий, направленных на поддержание и восстановление работоспособности сезонной техники, применяемой для строительства и ремонта автомобильных дорог, необходимо использовать резерв времени, приходящийся на зимний сезон. При этом следует планировать постановку машин в ремонт, а также проводить все планово-предупредительные операции в полном объеме, для того чтобы с наступлением сезона машина находилась полностью в работоспособном состоянии. Такая организация эксплуатации сезонной техники позволяет снизить до минимального время простоя техники в незапланированных ремонтах и ограничиться только плановым и техническим обслуживанием (ТО) в течение сезона.

При планировании производственной и технической эксплуатации этой техники используют важнейшие выходные параметры — коэффициент техни-

ческого использования $K_{\text{ти}}$ и коэффициент перехода $K_{\text{п}}$, устанавливающий связь между рабочим временем в машино-часах и наработкой в моточасах [1].

Определение комплексного показателя надежности для планирования наработки сезонной техники целесообразно проводить только на период выполнения техникой работы по ее целевому назначению. Увеличение времени, затрачиваемого на ремонты, проводимые в сезон, свидетельствует о низком качестве планово-предупредительных мероприятий в зимний период.

Для обеспечения необходимой точности при планировании наработки для сезонной техники определение коэффициента технического использования осуществляется по формуле

$$K_{\text{ти}} = \frac{H_{\text{pc}}}{H_{\text{pc}} + t_{\text{тоc}} + t_{\text{pc}}}, \quad (1)$$

где H_{pc} — наработка машины за рассматриваемый сезон; $t_{\text{тоc}}$ и t_{pc} — среднее время простоя машины в ТО и ремонте за сезон.

В процессе эксплуатации СДМ простои в ТО и ремонтах увеличиваются в зависимости от наработки с начала эксплуатации, что влечет за собой снижение значения $K_{\text{ти}}$ и надежности в целом.

Ведущей сезонной техникой, входящей в комплект СДМ, применяемых для строительства автомобильных дорог, является асфальтоукладчик. К надежности этой машины предъявляются повышенные требования, так как от нее зависит протекание всего технологического процесса. В настоящее время хорошо себя зарекомендовали благодаря высокой надежности асфальтоукладчики зарубежного производства. Они довольно широко применяются во многих организациях.

Проанализируем изменение времени простоя в ТО и ремонтах за сезон для парка асфальтоукладчиков филиалов ОАО ДСТ-3 "Белавтодор".

Среднее значение выборки

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i, \quad (2)$$

где величину \bar{t} можно считать оценкой математического ожидания величины времени простоя в ТО и ремонтах в интервале наработки за сезон.

Выборочная статистическая дисперсия, характеризующая меру рассеивания значений вокруг среднего выборочного.

$$D_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2. \quad (3)$$

Для того чтобы получить характеристику меры разброса случайной величины опорной системы среднего значения выборки, определяем выборочное среднее квадратичное отклонение по формуле

$$\hat{\sigma} P = \sqrt{D_n}. \quad (4)$$

Для сравнения выборочных средних квадратичных отклонений различных выборок вычисляем коэффициент вариации по формуле

$$V = \frac{\hat{\sigma} P}{\bar{t}} 100 \%. \quad (5)$$

Результаты расчета приведены в табл. 1.

Используя данные табл. 1, можно рассчитать значение коэффициента технического использования (1) асфальтоукладчиков в зависимости от наработки с начала эксплуатации. Результаты расчета даны табл. 2.

После расчета значения коэффициента технического использования можно определить его приближенное аналитическое представление. Аналитический вид аппроксимирующего распределения описывается полиномом n -й степени, при этом чем выше степень полинома, тем точнее он описывает необходимую зависимость.

Для описания закона распределения коэффициента технического использования

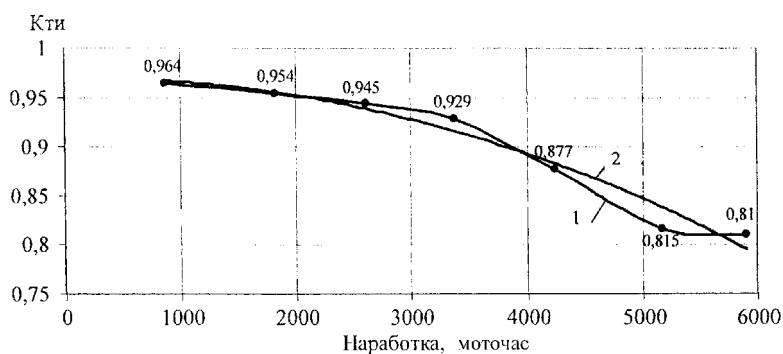


Рис. 1. Изменение коэффициента технического использования в зависимости от наработки:

1 — фактическое значение; 2 — расчетное значение

применим уравнение аппроксимации 2-й степени:

$$K_{\text{ти}} = 0,9682 + 3 \cdot 10^{-6}N - 6 \cdot 10^{-9}N^2; \quad (6)$$

где N — наработка машины с начала эксплуатации.

Данный вид аппроксимации соответствует полиномиальному распределению, обладающему небольшим числом параметров, и может описывать его с большой достоверностью, которую определяют по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_j (y_j - Y_j)^2}{\sum_j Y_j^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_j Y_j \right)^2}; \quad (7)$$

где y_j — значение аппроксимируемой функции; Y_j — расчетное значение функции;

Таблица 1

Среднее время простоя в ТО и ремонтах асфальтоукладчиков за сезон

Показатель	Порядковый год эксплуатации						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
Средняя наработка за год, моточас	867	946	791	773	869	921	707
Простои в ремонтах и ТО, мин/моточас	2,21	2,66	3,79	4,56	8,42	12,83	17,31
D_n	32	300	238	178,67	2164,33	256	1936
$\hat{\sigma} P$	5,66	17,32	15,43	13,37	46,52	16	44
V	17,69	41,24	30,86	20,26	38,13	8,12	21,57

Коэффициент технического использования асфальтоукладчика за сезон

Показатель	Порядковый год эксплуатации						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
Наработка с начала эксплуатации на конец года, моточас	867	1813	2604	3377	4246	5167	5904
$K_{\text{ти}}$	0,964	0,954	0,945	0,929	0,877	0,815	0,810

ИССЛЕДОВАНИЯ.

n — количество рассматриваемых интервалов наработки.

Величина достоверности аппроксимации составила $R^2 = 0,95$, что соответствует высокой степени зависимости (для СДМ достаточное значение 0,9) [2]. Таким образом, для математического представления значения коэффициента технического использования асфальтоукладчиков может применяться зависимость (6). Использование зависимости позволит, имея информацию по наработке с начала эксплуатации конкретной машины, определить ее коэффициент технического использования для аналогичных условий эксплуатации. Эта зависимость может найти дальнейшее применение при более точном планировании режима работы техники на сезон, так как зависимость через наработку учитывает старение техники, которое при определении режима работы техники в настоящее время не учитывается.

Аналогично по этой методике определены показатели надежности и для катков, входящих в комплект СДМ для строительства автомобильных дорог в качестве комплектующей техники [3].

При эксплуатации сезонной техники важно правильно организовать все мероприятия, связанные с ее восстановлением при наличии внезапных отказов. Применение агрегатного метода ремонта совместно с диагностированием всех сборочных единиц необходимо осуществлять таким образом, чтобы остаточный ресурс рассматриваемых узлов и агрегатов превышал плановую наработку за сезон, что снизит вероятность отказов их на объекте. Важно за зимний период обеспечить создание обменного фонда, сборочных единиц, лимитирующих наработку на отказ. В этом случае простои техники за сезон сводятся к минимуму за счет выполнения лишь слесарно-монтажных операций по замене отказавших сборочных единиц.

В период межсезонья, когда сезонная техника простаивает в ожидании следующего сезона, важно также трудоустроить операторов (машинистов) этой техники, создавая ремонтные бригады или закрепляя их за сезонной техникой, используемой в зимний период. Причем для ремонтных бригад нужно разработать премиальную систему по результатам работоспособности техники в сезон.

Создание обменного фонда запасных сборочных единиц важно производить в зимний период из новых или отремонтированных как на специализированном

заводе, так и в ремонтных мастерских эксплуатирующих организаций.

Планирование и организация поддержания и восстановления работоспособности сезонной техники производится также путем составления годовых планов и месячных план-графиков по известной методике [1, 4]. Однако планируемую годовую наработку $H_{пл}$ с учетом сезонных условий эксплуатации предлагается определять по формуле:

$$H_{пл} = \sum_{i=1}^{12} T_{чmi} K_{pi}, \quad (8)$$

где $T_{чmi}$ — количество рабочего времени машины в течение i -го месяца, ч; K_{pi} — коэффициент перехода сменного рабочего времени в машино-часах к наработке (в моточасах) СДМ в i -м месяце.

Количество часов рабочего времени машины в течение месяца $T_{чmi}$ с учетом процесса старения машины определяем по формуле:

$$T_{чmi} = (D_{кали} - D_{перi}) K_{тиi} t_{см} K_{см}, \quad (9)$$

где $D_{кали}$ — количество календарных дней в i -м месяце, дни; $D_{перi}$ — количество дней перерывов по всем причинам в i -м месяце, кроме перерывов на ТО и ремонты, дни; $K_{тиi}$ — коэффициент технического использования в i -м месяце; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; $K_{см}$ — коэффициент сменности.

Перерывы в работе машины $D_{пер}$ находим по известной методике [1].

Коэффициент перехода $K_{п}$ от рабочего времени в машино-часах к наработке в моточасах СДМ определяется на основании хронометража эксплуатации одного типоразмера машин для конкретных условий работы. В настоящее время в нормативной литературе для расчетов наработки $H_{пл}$ значения $K_{п}$ усредняются на год, что приводит к значительной погрешности $H_{пл}$ для сезонной техники. Для ее снижения с учетом сезонных условий эксплуатации СДМ необходимо коэффициент $K_{п}$ определять по месяцам по формуле:

$$K_{п} = \frac{t_{мот}}{t_{маш}}, \quad (10)$$

где $t_{мот}$ — время работы машины, определяемое по счетчику моточасов, ч; $t_{маш}$ — рабочее время машины по результатам хронометража, ч.

Таблица 3

Изменение значений $K_{п}$ с учетом сезонных условий эксплуатации для всесезонных СДМ

Тип машин	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Погрузчики (одноковшовые)	0,46	0,62	0,56	0,69	0,75	0,75	0,70	0,74	0,67	0,71	0,66	0,60
Скреперы (самоходные)	0,54	0,52	0,50	0,40	0,57	0,62	0,62	0,63	0,58	0,58	0,53	0,54
Бульдозеры	0,70	0,66	0,73	0,70	0,68	0,66	0,64	0,69	0,76	0,67	0,79	0,63
Автогрейдеры	0,55	0,47	0,48	0,39	0,55	0,59	0,83	0,65	0,59	0,62	0,63	0,49
Экскаваторы 4-й размерной группы	0,71	0,68	0,74	0,72	0,82	0,91	0,88	0,81	0,63	0,70	0,60	0,57

Изменение значений $K_{п}$ с учетом сезонных условий эксплуатации для сезонных СДМ

Тип машин	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
Мотокатки	0,42	0,70	0,73	0,72	0,71	0,70	0,67	0,51
Асфальтоукладчики "Титан"	0,50	0,71	0,69	0,64	0,65	0,60	0,60	0,39

По результатам статистической обработки работы парка машин филиалов ОАО ДСТ-3 "Белавтодор" были определены значения $K_{п}$ для основных типов СДМ в соответствии с методикой, изложенной выше. Изменение значений $K_{п}$ с учетом сезонных условий эксплуатации техники показано в табл. 3 и 4. Эти значения $K_{п}$ характерны для условий эксплуатации в данной организации и могут отличаться для других условий эксплуатации.

В табл. 5 для этих машин приведены средние значения $K_{п}$ [5] на год, характерные для условий эксплуатации на территории Республики Беларусь.

Проанализировав средние значения $K_{п}$ за год, можно сделать вывод о целесообразности применения расчетных значений $K_{п}$, характерных для конкретной организации и конкретных условий работы, для расчета годовой планируемой наработки.

Из значений $K_{п}$ по месяцам видно, что при работе сезонной техники они в благоприятные месяцы выше, чем в начале (апрель) и в конце (ноябрь). Так, в начале сезона эксплуатации сезонной техники значения коэффициента $K_{п}$ составили 0,50 в апреле и 0,39 в ноябре, что меньше соответственно на 30 и 45 % по сравнению с маем. В то же время для всесезонной техники в зависимости от типа машин наблюдается уменьшение в зимнее

время на 20—65 % значений $K_{п}$ по сравнению с летним временем.

В предлагаемой методике значения $K_{п}$ целесообразно определять по месяцам года путем обработки значений наработки и вычисления коэффициента $K_{п}$ по месяцам за прошлый год работы машины. Для машин, по которым нет статистической информации по наработке за предыдущие годы, берутся средние значения $K_{п}$ по месяцам года для данного типа машин, используемых в эксплуатирующей организации, которые позже корректируются с учетом появления информации о наработке машины.

С учетом большого количества данных, необходимых для построения годового плана и месячных план-графиков с учетом сезонных условий эксплуатации, следует использовать информационные технологии. Реализовать данную методику можно при помощи алгоритма построения годового плана, представленного на рис. 2.

На первом этапе алгоритмом предусмотрено определение значений $K_{п}$ по месяцам, если для машины имеется информация за прошлый год эксплуатации. Если же такой информации нет, то берутся средние значения $K_{п}$ по месяцам для данного типа машин или по данным нормативной литературы [5]. После определения значения $K_{п}$ рассчитываются значения $K_{ти}$, $T_{ч}$ и $N_{пл}$ и количество необходимых ТО и ремонтов на год с последующим выводом расчетных значений на монитор компьютера и (или) принтер по форме в соответствии с ГОСТ 25646—95.

Организацию проведения текущих и капитальных ремонтов для сезонной техники необходимо обеспечивать, как правило, в межсезонье в зависимости от фактической наработки и остаточного ресурса сборочных единиц.

Для реализации предлагаемой методики необходимо вести строгий учет фактической наработки машины по месяцам года, наработки с начала эксплуатации, времени нахождения ее в работоспособном состоянии и остаточного ресурса как всей машины, так и отдельных ее агрегатов.

Таблица 5
Средние значения $K_{п}$ на год

Тип машин	Значения $K_{п}$	
	расчетные	рекомендуемые по справочнику [5]
Мотокатки	0,64	0,55
Погрузчики (одноковшовые)	0,66	0,60
Асфальтоукладчики	0,60	0,43
Скреперы (самоходные)	0,55	0,74
Бульдозеры	0,69	0,70
Автогрейдеры	0,57	0,70
Экскаваторы	0,73	0,80

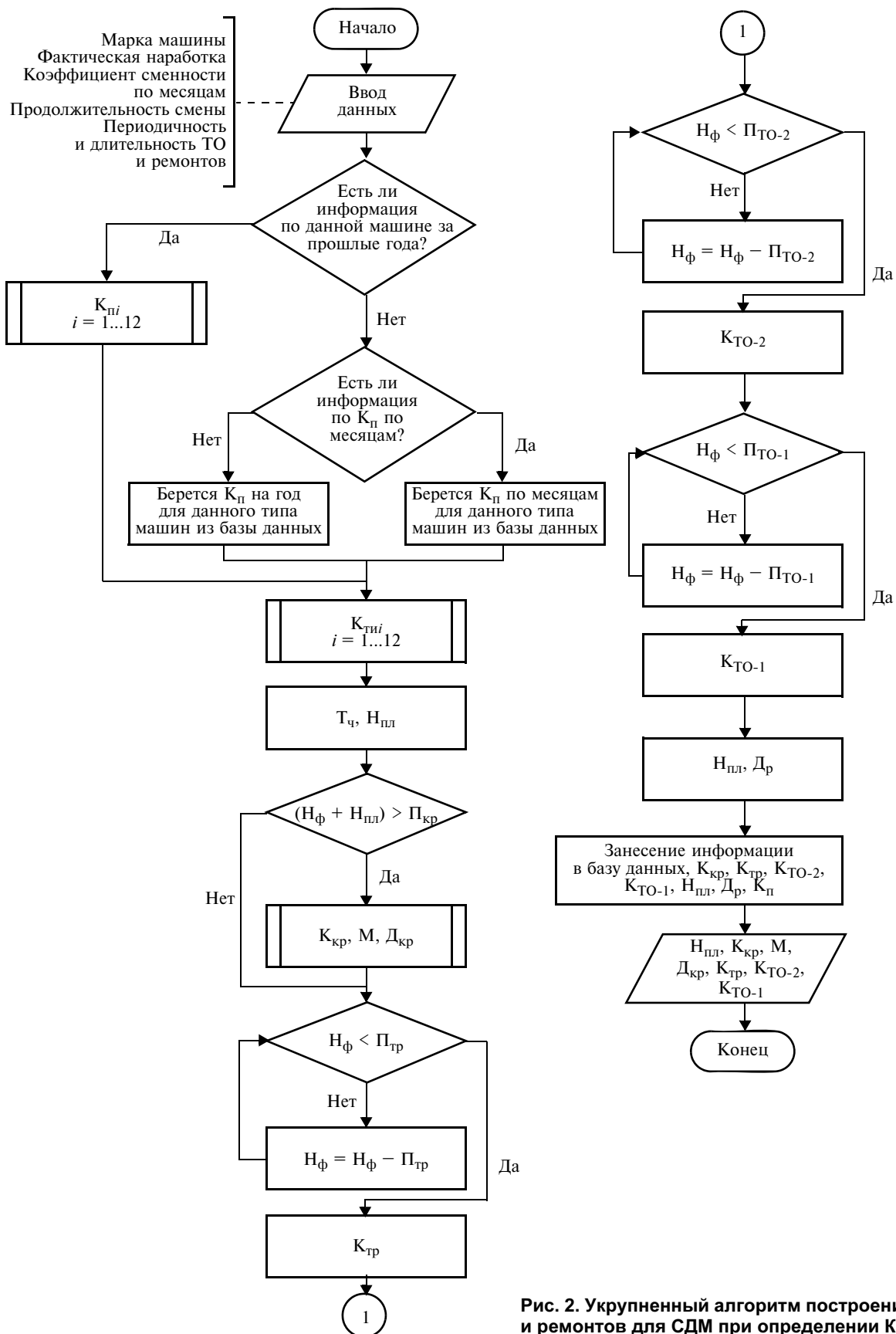


Рис. 2. Укрупненный алгоритм построения годового плана ТО и ремонтов для СДМ при определении $K_{п}$ по месяцам года:

M — месяц проведения капитального ремонта; $D_{кр}$ — день проведения капитального ремонта; $P_{кр}$, $P_{тр}$, $P_{ТО-2}$, $P_{ТО-1}$ — периодичности проведения капитального и текущего ремонтов, второго и первого ТО; $K_{кр}$, $K_{тр}$, $K_{ТО-2}$, $K_{ТО-1}$ — расчетное количество ремонтов и ТО на планируемый год

Планирование годовой наработки, ремонтов в зимний период и организация работы техники по целевому назначению с учетом процесса старения, сезонных условий эксплуатации и остаточного ресурса сборочных единиц позволяет повысить не только точность планирования, но и безотказность работы техники в течение всего сезона.

Реализация предложенной методики позволит также сократить время простоя техники в ремонтах в период сезона при неплановых отказах за счет сборочных единиц, восстановленных в зимний период, а также более рационально распределять трудовые и материальные ресурсы в течение года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Максименко, А. Н.** Эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб. пособие [Текст] / А. Н. Максименко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 400 с., ил.

2. **Высшая математика для инженеров.** В 2 т. Т.2: Учеб. пособие для вузов [Текст] / С. А. Минюк, Н. С. Березкина, А. В. Метельский; Под общ. ред. Н. А. Микулика — Мн.: ООО "Элайда", 2004. — 529 с.
3. **Максименко, А. Н.** Определение планируемого годового режима строительных и дорожных машин [Текст] / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макария, В. В. Васильев // Грузовик & М.: Машиностроение. — 2006. — № 4. — С. 52—54.
4. **Максименко, А. Н.** Использование информационных технологий при планировании технической эксплуатации строительных и дорожных машин [Текст] / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макария, В. В. Кутузов, С. Е. Кравченко, Г. С. Тимофеев, В. В. Васильев // Грузовик & М.: Машиностроение. — 2006. — № 5. — С. 20—22.
5. **Сборник** норм расхода топлива и смазочных материалов для механических транспортных средств, автотракторной техники, судов, машин, механизмов и оборудования в Республике Беларусь, издание третье, перераб. и доп. [Текст] / Мн.: БелНИИТ "Транстехника", 2006. — 272 с.

"КАМАЗ-Металлургия" подводит итоги года

2007 г. запомнится коллективу ОАО "КАМАЗ-Металлургия" выполнением рекордных по объемам заказов материнской компании ОАО "КАМАЗ", солидными инвестициями в развитие производства, реализованными проектами "Lean Production", растущим спросом на продукцию диверсификации. Таково мнение первых руководителей основных подразделений камазовской металлургии — литейного и кузнечного заводов.

По словам директора литейного завода Юрия Майорова, это был лучший год в новейшей истории предприятия. В ноябре литейщики "КАМАЗа" вышли на рекордные объемы производства — 18,7 тыс. т литья в месяц, обеспечили заготовками производство 53 тыс. автомобилей КАМАЗ. Второй важный момент — литейный завод досрочно выполнил бизнес-план по продукции диверсификации по заказам сторонних потребителей.

Производство чугуна (ПЧЛ) работало ритмично, постепенно увеличивая выпуск с 9 тыс. т литья в начале года до 13 тыс. т в конце. Это тоже рекорд. ПЧЛ внесло основной вклад в рост производительности труда, здесь он составил 21 % по отношению к 2006 г. (в среднем по литейному заводу — 15 %).

В ноябре производство стального литья достигло рубежа в 4,5 тыс. т литья (в январе было 3,5 тыс. т), именно такие объемы предусматривал и бизнес-план "КАМАЗ-Металлургии". Корпус стального литья — лидер по внедрению проектов "Бережливого производства". Загруженность проектных мощностей здесь небывалая за все посткризисное время и максимальная по заводу — 80 %. А скоро будет и все 100 %, утверждают сталелитейщики. Ведь в 2008 г. одни только заказы ОАО "КАМАЗ" вырастут более чем на 30 %.

Производство цветного литья, традиционно передовое на заводе по внедрению современных технологий и нового оборудования, наращивало выпуск продукции из месяца в месяц — с 1180 т в январе до 1600 т в ноябре.

Производство специальных видов литья по-прежнему остается самым стабильным подразделением завода. Объемы выпуска тоже планомерно росли — с 220 т в январе до 320 тыс. в ноябре.

Заработная плата литейщиков "КАМАЗа" в течение 2007 г. выросла на 35% и составила 16,7 тыс. руб.).

В общекамазовском соревновании "Коллектив высокого качества труда" литейный завод в течение трех кварталов года, по которым уже подведены итоги, занимал призовые места.

Директор кузнечного завода Геннадий Логунов также считает 2007 г. напряженным и удачным за последние два десятилетия. По итогам ноября кузнецы "КАМАЗа" добились прироста объемов товарной продукции на 18 % за 11 месяцев. В октябре достигнут максимальный показатель — 10,1 тыс. т поковок. Темп работы главного сборочного конвейера "КАМАЗа" был динамичным, кузнечный завод в полной мере обеспечивал производство автомобилей заготовками, полностью выполнив производственный план и заказы ОАО "КАМАЗ".

(Окончание на с. 60)