

УДК 621.828.3 : 62-192

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ БАЛАНСИРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

*А. В. ПИТУХИН, П. А. МАЛИНЕН, В. Н. ШИЛОВСКИЙ,
В. А. АНАСЬЕВ*

Петрозаводский государственный университет, КарНИИЛП

Петрозаводским государственным университетом совместно с КарНИИЛПом в течение 1982—1986 гг. были исследованы причины отказов серийных и внедряемых деталей лесозаготовительной техники. К числу наиболее нагруженных деталей ходовой системы трелевочных тракторов ОТЗ и лесных машин относятся балансиры. В условиях эксплуатации вероятность безотказной работы с доверительной вероятностью 90 % составляет по мотосчетчику 2 080 ч. Поэтому постоянно ведутся работы по повышению надежности балансиров.

Нами исследованы два варианта балансиров, изготовленных из литой заготовки стали 45Л ГОСТ 977—75. Всего использовано 13 балансиров, в том числе 2 кованных и 11 литых. Их отбирали на экспертизу на опорных предприятиях ВПО Кареллеспром, ведущих испытания техники под руководством КарНИИЛПа. Визуальное изучение макроструктуры поверхностей изломов позволило сделать вывод о хрупком разрушении балансиров. Следов видимой пластической деформации и очагов развития усталостных трещин не было обнаружено. Поверхность разрушения характеризовалась выраженным кристаллическим строением.

Химический состав определяли с помощью спектрального анализа на стилоскопе СЛ-11. Полный химический анализ проводили в центральной заводской лаборатории ОТЗ. Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наработка, ч	Твердость НВ	Марка стали
1	1 218	156...170	35Л
2	1 781	152...163	40Л
3	561	143...156	30Л
4	2 060	176...192	35Л
5	2 185	146...159	35Л
6	1 799	170...194	40Л
7	2 023	159...192	35Л
8	704	159...187	40Л
9	954	146...207	Химический анализ не проводили
10	990	183...196	То же
11	972	192...217	» »

Содержание углерода в литых балансирах колебалось от 0,28 % (образец № 3) до 0,40 % (образец № 6). Твердость по чертежу должна составлять 156...217 НВ. Практически у всех исследованных деталей она находилась на нижнем уровне, а для балансиров № 2, 3, 5 — даже ниже допустимого. Марка стали (и твердость) кованных балансиров соответствовала чертежу.

Образцы для определения твердости и изготовления микрошлифов вырезали непосредственно из зоны излома. Микроструктура представляла феррито-перлитную смесь с различной величиной зерна. На некоторых микроструктурах явно видна химическая неоднородность стали,

связанная с литевой ликвацией. Следы направленной кристаллизации с вытянутыми зернами феррита имелись в микроструктуре балансира № 3, химический анализ которой показал самое малое содержание углерода. Балансир имел коробчатое сечение, его внутренняя поверхность довольно грубая с неметаллическими включениями, попадающими в поверхностные слои заготовки из стержневого материала. Имелось большое количество раковин, пор и трещин, характерных для литого металла.

Магистральная трещина инициировалась на перечисленных дефектах и развивалась по ферритной сетке. С целью оценки механических свойств стали балансиры испытывали на ударную вязкость и растяжение. Для испытания на ударную вязкость образцы вырезали из стенок балансира в продольном направлении, т. е. по движению трактора. Надрез типа U глубиной 2 мм выполняли перпендикулярно поверхности образца, обращенной к катку. Таким образом обеспечивалась идентичность направления деформирования балансиров при ударных нагрузках в процессе эксплуатации и образцов при испытаниях на маятниковом копре.

При испытаниях определяли критическую температуру хрупкости, однородность механических свойств различных участков работавшего балансира и одноименных зон различных балансиров.

Критическую температуру хрупкости определяли на маятниковом копре МК-30 на 19 образцах, вырезанных из балансира № 3. Перед испытанием образцы помещали в бензин, охлажденный жидким азотом. Температуру измеряли с точностью 1 °С. Температуру ниже комнатной устанавливали с промежутком 20 °С, а вблизи критической температуры — 10 °С. Испытания проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 9454—78 [2]. Определяли ударную вязкость KCU , сужение ширины образца около надреза $\Delta \sigma = \sigma_{н} - \sigma_{к}$, относительное значение сужения около надреза $COH =$

$= \frac{\Delta b}{b_{н}} \cdot 100 \%$, содержание вязкой составляющей в изломе $B, \%$. В качестве признака критической температуры хрупкости стали принимали снижение вдвое ударной вязкости. По результатам испытаний критическая температура хрупкости $t_{к. х} = -26 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Для выяснения значимости отличия ударной вязкости стали в различных участках одного и того же литого балансира № 7 было изготовлено 4 серии образцов типа U [2], всего 24 образца. Образцы 1—6 соответствовали поверхности II сечения 2, (см. рисунок), 7—12 — поверхности I сечения 1, 13—18 — поверхности I сечения 2, 19—24 — поверхности II сечения 1. Излом балансира произошел в длинном плече вблизи сечения 2. Для исключения влияния случайных факторов испытания проводили в последовательности, соответствующей равномерному закону распределения (см. табл. 7.1а в работе [1]). Результаты испытаний (за исключением резко выделяющегося значения в соответствии с [1]) приведены в табл. 2. Методами дисперсионного анализа определяли значимость различия ударной вязкости по зонам (сериям). Для это-

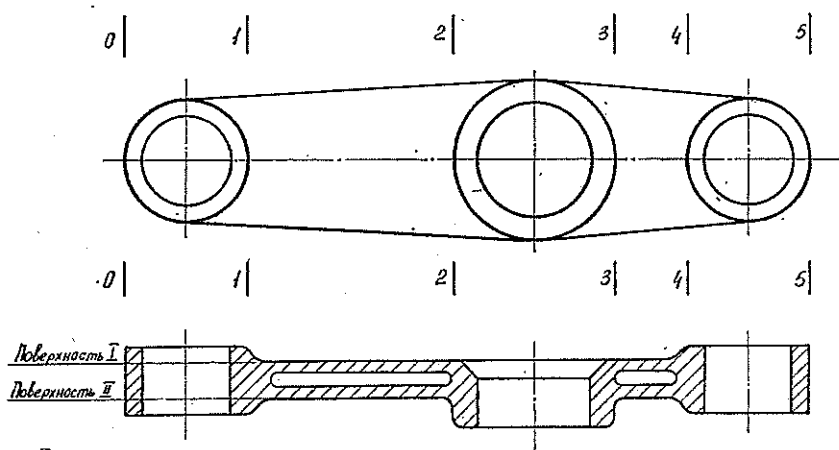


Схема балансира с указанием сечений, в которых исследовали механические свойства

Таблица 2

Но- мер се- рии	Ударная вязкость KCU , кДж/м ² , при испытании образцов						\overline{KCU}_i
	1	2	3	4	5	6	
1	420	381	405	449	397	420	412
2	466	415	425	463	483	X	450
3	391	435	378	383	401	372	393
4	500	385	380	438	469	476	441

го подсчитывали: \overline{KCU}_i — среднюю ударную вязкость в i -й серии; \overline{KCU} — общее среднее, равное 424 кДж/м²; S_1, S_2 — суммы квадратов, характеризующих рассеяние между сериями и внутри них; F — критерий Фишера.

$$S_1 = \sum_1^p n_i (\overline{KCU}_i - \overline{KCU})^2;$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} (KCU_{ij} - \overline{KCU}_i)^2;$$

$$F = \frac{S_1/\nu_1}{S_2/\nu_2},$$

где p — число серий образцов;

n_i — число образцов в i -й серии;

ν_1 — число степеней свободы суммы квадратов S_1 ; $\nu_1 = p - 1$;

ν_2 — число степеней свободы суммы квадратов S_2 с учетом исключения одного наблюдения; $\nu_2 = p(n - 1) - 1$;

n — число образцов в серии без учета исключения резко выделяющихся результатов; $n = 6$.

При $\nu_1 = 3$; $\nu_2 = 19$ получено $S_1 = 11.744$; $S_2 = 21\,050$; $F = 3,72$.

Для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и степеней свободы 3 и 19 по табл. 3.5 работы [1] находим критическое значение $F_{0,05} = 3,13$.

Таким образом, полученный результат $F = 3,72 > F_{0,05} = 3,13$ позволяет с вероятностью 95 % сделать вывод о значимости различий ударной вязкости стали на разных участках работающего балансира. Наибольшее значение ударной вязкости получено в сечении 1, наименьшее — в сечении 2. Хрупкий излом балансира произошел именно вблизи сечения 2.

Для определения значимости различий ударной вязкости стали одноименных участков разных балансиров было изготовлено 3 серии образцов по 5 в каждой. Образцы вырезали вблизи сечения 4 из балансиров № 6, 8 и кованого. Испытания проводили при комнатной температуре. Результаты обрабатывали методами дисперсионного анализа.

Критическое значение $F_{0,05} = 2,98$, определенное для уровня значимости $\alpha = 5\%$, не превосходит экспериментального значения $F = 5,82$; что позволяет утверждать с вероятностью 95 % о значимости различия ударной вязкости для различных балансиров.

Для определения прочности материала балансиров на растяжение изготовлены 4 цилиндрических образца по ГОСТ 1497—84 из балансира № 7. Испытания на растяжение проводили при комнатной температуре на разрывной машине Р-10 с максимальным разрывным усилием 98,1 кН. Определяли средние значения предела текучести $\overline{\sigma}_T = 320$ МПа, предела прочности $\overline{\sigma}_B = 550$ МПа, относительного остаточного удлинения $\overline{\delta} = 12\%$ и относительного остаточного сужения $\overline{\Psi} = 20\%$.

Результаты испытаний показали, что характеристики прочности и относительное остаточное удлинение соответствуют требованиям ГОСТ 977—75. Ударная вязкость также удовлетворяет его требованиям (300 кДж/м²).

По результатам комплексных исследований химического состава, структуры и механических свойств литых балансиров, разрушившихся в процессе эксплуатации, можно сделать вывод, что их поломка связана, в основном, с низким качеством отливок, наличием пор, раковин, трещин, неравномерностью толщины стенки полый заготовки, несоответствием химического состава стали чертежу, развитием ликвационной неоднородности по углероду. Большое рассеяние механических свойств литой стали, полученное при испытаниях на ударную вязкость, приводит к значительному разбросу наработки до отказа балансира.

Таким образом, для повышения надежности балансиров необходимо улучшить качество литых заготовок, в первую очередь, усилить контроль химического состава стали по углероду перед заливкой формы. Хороший эффект может дать и термообработка: нормализация или закалка с высоким отпуском. Некоторое повышение надежности при сохранении массы может быть достигнуто статистической оптимизацией геометрических параметров сечений балансира, а также за счет уменьшения технологических отверстий под стержневые знаки.

С учетом наших рекомендаций и результатов других исследований и испытаний завод-изготовитель разработал и внедряет систему мероприятий, направленных на повышение безотказности и долговечности литых балансиров, эффективность которых будет проверена в будущем, и откорректировал норму расхода балансиров в качестве запасных частей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. — М.: Наука, 1983. — 416 с. [2]. ГОСТ 9454—78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах. Взамен ГОСТ 9454—60, ГОСТ 9455—60 и ГОСТ 9456—60; Введ. 01.01.79 до 01.01.89. — М., Изд-во стандартов, 1982.

Поступила 9 февраля 1987 г.

УДК 625.843.001.24

О РАСЧЕТЕ ОСНОВАНИЙ КОЛЕЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Р. Л. КОРОВКИН

Архангельский лесотехнический институт

При оценке прочности грунтовых оснований под железобетонными плитами вязкость основания учитывают различными моделями. В данной работе сделана попытка оценить влияние различных моделей затухания на напряженное состояние грунтовых оснований. Плиты колейных покрытий рассчитывают как балки на упругом основании.

Расчет балки на упругом основании сводится к решению дифференциального уравнения в частных производных следующего вида [6]:

$$EI(1 + i\gamma) \frac{\partial^4 w(x, t)}{\partial x^4} + b[m\ddot{w}(x, t) + f(x, t)] = q(x, t), \quad (1)$$

где EI — жесткость балки;

$$i = \sqrt{-1};$$

γ — коэффициент вязкости материала плиты;

w — осадка балки;

b — ширина балки;

m — масса балки в расчете на единицу площади опирания;