

СПОСОБ КОМПЕНСАЦИИ СУММАРНОЙ НЕУРАВНОВЕШЕННОЙ МАССЫ ДЕТАЛЕЙ КШМ ДВИГАТЕЛЕЙ V-8 ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ

А.Д. Назаров, академик, д.т.н.
Munaz Incorporated (г. Мемфис, США)

Предложен способ компенсации суммарной неуравновешенной массы (СНМ) деталей КШМ автотракторных двигателей V-8, возникающей при установке на двигатель конструктивно усовершенствованных и ремонтных деталей. Способ уравнивания СНМ реализуется за счет изменения размеров и веса пробок грязесборника, установленных в шатунных шейках коленчатого вала. Предложены варианты изменения размеров, конструкции и материала для изготовления пробок с целью оптимальной компенсации СНМ деталей КШМ. Эффективность фактической уравновешенности коленчатых валов двигателей V-8, выполненной предложенным способом в условиях ремонтного производства, подтверждена экспериментально на балансировочных станках фирмы Шенк.

Одним из эффективных способов повышения долговечности и вероятности безотказной работы новых и прошедших капитальный ремонт автотракторных двигателей V-8 является обеспечение их фактической уравновешенности. При изготовлении большинства моделей и конструкций современных двигателей V-8 уравновешенность обеспечивается в том случае, когда в двигатели устанавливаются детали КШМ номинального размера, предусмотренные проектом. Если в двигателях применяют ремонтные, конструктивно и технологически усовершенствованные детали КШМ, масса которых больше номинальной, определенной проектом, то уравновешенность двигателей V-8 нарушается. В результате на оси каждой шатунной шейки коленчатого вала двигателей V-8 появляется суммарная неуравновешенная масса Δm_y , которая вызывает дополнительный свободный суммарный неуравновешенный момент ΔM_R . При этом происходит рост скорости изнашивания и неравномерности износа коренных шеек, скорости увеличения среднего зазора и неравномерности зазоров в коренных подшипниках коленчатого вала, снижение ресурса, увеличение вибраций и шума двигателей. В этой связи с целью улучшения основных качест-

венных показателей новых и капитально отремонтированных двигателей V-8 необходимо полное устранение ΔM_R в условиях производства и ремонта двигателей.

СНМ деталей КШМ Δm_y при производстве Δm_{yo} и ремонте $\Delta m_{уд}$ двигателей можно полностью компенсировать путем изменения массы и размеров пробок грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала [1].

Возможность практического применения разработанного способа компенсации СНМ деталей КШМ показана ниже на примере двигателей V-8 рабочими объемами 4,25; 6 и 7 л. Чертежи, номинальные размеры и массы существующих пробок грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала двигателей представлены на рис. 1, а и б, в табл. 1.

Массу существующих пробок можно снизить увеличением размеров h_k , $a_{и}$, $b_{и}$ и $c_{и}$ (рис. 1, а и б), а также изготовлением их из алюминиевого сплава. Полость грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала двигателей с $V_{ст} = 4,25; 6$ и 7 л имеет две одинаковые пробки [2, 3]. На двигателях рабочими объемами 6 и 7 л применяют один и тот же коленчатый вал.

Коэффициенты Δk_i , характеризующие изменение Δr_i (расстояния от оси вращения до центра тяжести пробок) в зависимости от их размера и веса, вычисляют так [1]

Таблица 1

Размеры и вес пробки грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала двигателей V-8

Обозначение	Значение для двигателя рабочим объемом, л		Обозначение	Значение для двигателя рабочим объемом, л	
	4,25	6 и 7		4,25	6 и 7
d_p	M22×1,5	M30×1,5	r_0	1×45°	1,6×45°
d_b	—	25,0	r_1	—	0,6
d_r	23,5	—	r_2	—	2,0
h	14,0	11,0	r_3	—	2,0
$h_{и}$	10,0	—	$a_{и}$	—	—
h_k	11,0	8,0	$b_{и}$	—	17,0
h_r	2,0	—	$c_{и}$	—	19,6
R	4,0	—	m_p	—	4,03

Примечание: диаметры, радиусы и линейные размеры в мм, массы в г.

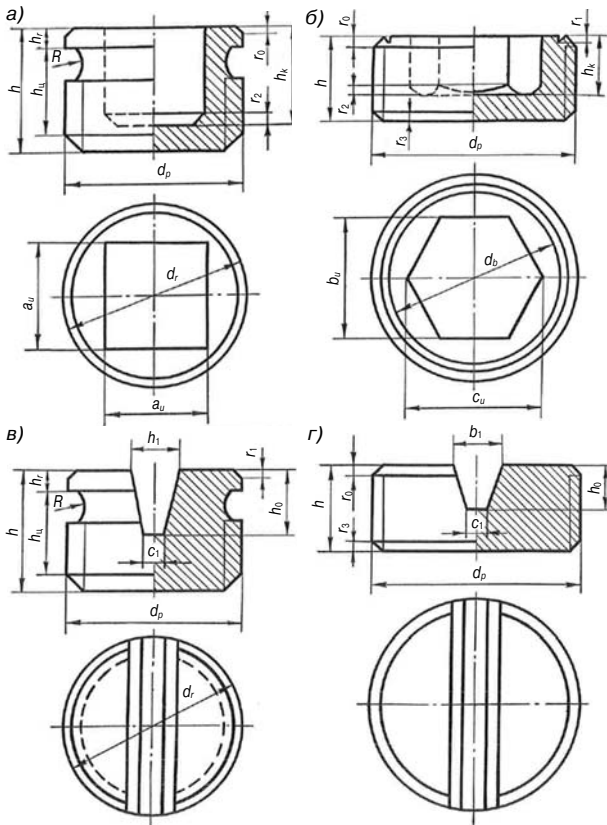


Рис. 1. Конструкция пробок грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала двигателей: а, б — существующие; в, г — разработанные для двигателей рабочими объемами 4,25 (в), 6 и 7 л (г)

$$\Delta k_{рн} = \Delta r_{рн} r^{-1}; \Delta k_{рк} = \Delta r_{рк} r^{-1}, \quad (1)$$

где $\Delta r_{рн}$ и $\Delta r_{рк}$ — изменение расстояния r_p от оси вращения до центра тяжести массы m_p существующей (штатной) пробки грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала; r — радиус кривошипа.

Значения безразмерных коэффициентов, вычисляемые по формулам (1), для исследуемых и других двигателей увеличиваются с ростом Δr_i (рис. 2). Для двигателей с $V_{st} = 4,25; 6$ и 7 л значения r приведены в табл. 2, а для двигателей с рабочими объемами 8,32; 8,74; 10,85 и 14,86 л значения r составляют 60; 57,5; 60 и 70 мм соответственно (в табл. 2 $m_{ан}$ — масса пробки новой конструкции, изготовленной из алюминиевого сплава). Расчетами установлено, что наибольшее значение Δr_i для рассматриваемых двигателей находится в диапазоне 0,8–1,2 мм. Тогда даже максимальное значение коэффициентов Δk_i изменяется (см. рис. 2) от 0,017 ($V_{st} = 14,86$ л) до 0,030 (4,25 л). Поэтому при инженерных расчетах этим коэффициентом можно пренебречь и принять

$$\Delta k_i \approx 0. \quad (2)$$

С учетом соотношения (2) и основываясь на положениях, приведенных в работе [1] получены уравнения

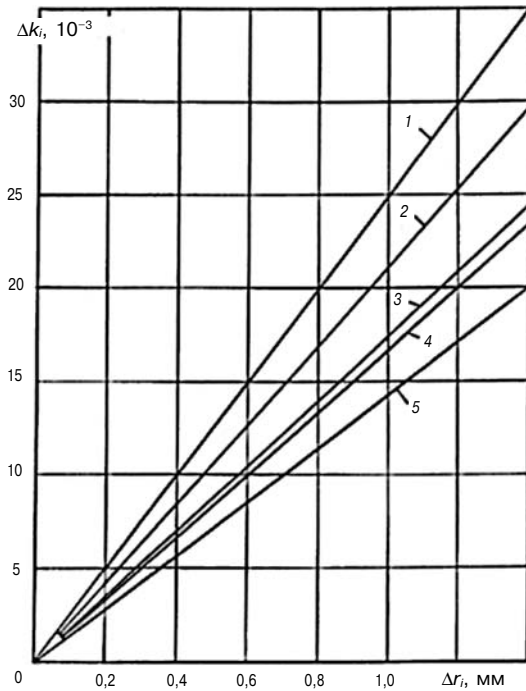


Рис. 2. Влияние изменения расстояния от оси вращения до центра тяжести пробок грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала на значения конструктивного коэффициента Δk_i двигателей V-8:

1 — рабочий объем 4,25 л; 2 — 6 и 7 л; 3 — 8,74 л; 4 — 8,32 и 10,85 л; 5 — 14,86 л

Таблица 2

Значения некоторых параметров двигателей V-8

Обозначение	Значение для двигателя рабочим объемом, л		Обозначение	Значение для двигателя рабочим объемом, л	
	4,25	6 и 7		4,25	6 и 7
l_2 , мм	123	136	$m_{рн}$, г	3,45	5,25
r , мм	40	47,5	$r_{н}$, мм	49,3	63,2
r_p , мм	47,2	61,5	$k_{рн}$	1,233	1,331
k_p	1,180	1,295	$m_{ан}$, г	1,179	1,794
$k_{ш}$	0,445	0,414	k_y	2,360	2,589
m_a , г	0,954	1,377	k_{yn}	2,465	2,661

$$\Delta m_{рн} k_p = 0,5 \Delta m_{yo}; \Delta m_{рк} k_p = 0,5 \Delta m_{уд}; \quad (3)$$

$$m_{гн} = m_j + \Delta m_{п} + 2[m_R + (m_p - \Delta m_{рн})k_p] + (2 + k_{ш}) \Delta m_{шк} + m_M k_M; \quad (4)$$

$$m_{гк} = m_j + \Delta m_{п} + \Delta m_{прп} + 2[m_R + (m_p - \Delta m_{рк})k_p] + (2 + k_{ш}) \Delta m_{шк} + \Delta m_{шпрп} + m_M k_M; \quad (5)$$

$$(m_p - m_a + \Delta m_{ан})k_p = 0,5 \Delta m_{yo}; (m_p - m_a + \Delta m_{ак})k_p = 0,5 \Delta m_{уд}; \quad (6)$$

$$m_{гн} = m_j + \Delta m_{п} + 2[m_R + (m_a - \Delta m_{ан})k_p] + (2 + k_{ш}) \Delta m_{шк} + m_M k_M; \quad (7)$$

$$m_{гк} = m_j + \Delta m_{п} + \Delta m_{прп} + 2[m_R + (m_a - \Delta m_{ак})k_p] + (2 + k_{ш}) \Delta m_{шк} + \Delta m_{шпрп} + m_M k_M; \quad (8)$$

$$m_{рн} k_{рн} - (m_p - \Delta m_{рн})k_p = 0,5 \Delta m_{yo}; m_{рк} k_{рк} - (m_p - \Delta m_{рк})k_p = 0,5 \Delta m_{уд}; \quad (9)$$

$$m_{рн}k_{рн} - (m_a - \Delta m_{аи})k_p = 0,5\Delta m_{уо}; m_{рн}k_{рн} - (m_a - \Delta m_{ак})k_p = 0,5\Delta m_{уд}, \quad (10)$$

где $\Delta m_{рн}$ и $\Delta m_{рк}$ — снижение массы существующей стальной пробки за счет уменьшения ее высоты и толщины стенок в условиях производства и ремонта двигателей; $\Delta m_{уо}$ — СМ деталей КШМ при использовании в двигателях V-8 конструктивно и технологически усовершенствованных поршней и шатунов; $\Delta m_{уд}$ — СМ деталей КШМ при установке в двигатели V-8 ремонтных и усовершенствованных поршней, шатунов, поршневых колец и шатунных вкладышей; $m_{гн}$ и $m_{гк}$ — массы балансировочных грузов при производстве и ремонте двигателей; m_j и m_R — номинальная проектная масса поступательно движущихся и вращающихся деталей КШМ; Δm_n и $\Delta m_{шк}$ — разность масс поршня и нижней головки шатуна после их усовершенствования; k_p , $k_{ш}$, k_m и $k_{рн}$ — безразмерные постоянные конструктивные коэффициенты [1]; m_m — масса смазочного масла в полости шатунных шеек коленчатого вала работающего двигателя; $\Delta m_{прі}$ — разность суммарной массы поршня и комплекта поршневых колец i -го ремонтного и номинального размеров; $\Delta m_{шрі}$ — неуравновешенная масса, появляющаяся на оси каждой шатунной шейки коленчатого вала при замене шатунных вкладышей номинального размера на i -тый ремонтный [2]; m_a — масса существующей конструкции пробки, изготовленной из алюминиевого сплава; $\Delta m_{аи}$ и $\Delta m_{ак}$ — уменьшение массы этой пробки за счет снижения ее высоты и толщины стенок в условиях производства и ремонта двигателей; $m_{рн}$ — масса пробки новой конструкции, изготовленной из стали.

Введем обозначения

$$k_y = 2r_{рн}r^{-1}; k_{ун} = 2r_{рн}r^{-1}, \quad (11)$$

где $r_{рн}$ — расстояние от оси вращения до центра тяжести пробки новой конструкции.

Параметры k_y , m_p , m_a , $k_{ун}$ и $m_{рн}$ для конкретных моделей и конструкций двигателей имеют постоянные значения:

$$\Delta m_{ура} = k_y(m_p - m_a); \quad (12)$$

$$\Delta m_{уур} = k_{ун}m_{рн} - k_y m_p; \quad (13)$$

$$\Delta m_{уна} = k_{ун}m_{рн} - k_y m_a. \quad (14)$$

При соблюдении соотношений (12)–(14) дополнительный свободный суммарный неуравновешенный момент равен нулю [1], так как СМ деталей КШМ полностью компенсируется изменением материала, размеров и конструкции пробок грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала. Приведенные выше математические зависимости для расчета значений масс, компенсирующих упомянутую СМ и балансировочных грузов, справедливы для всех способов уравновешивания двигателей V-8. Наличие ра-

венств (12)–(14) обеспечивает полную уравновешенность двигателей и возможность балансировки их коленчатого вала и вала в сборе в условиях производства и ремонта.

С учетом выражений (12)–(14) и положений работы [1] получены соотношения

$$\Delta m_{ук1} = \Delta m_{ура} + k_y \Delta m_{аи}; \quad (15)$$

$$\Delta m_{ук2} = \Delta m_{уур} + k_y \Delta m_{рi}; \quad (16)$$

$$\Delta m_{ук3} = \Delta m_{уна} + k_y \Delta m_{аи}, \quad (17)$$

где $i = и$ или $к$.

Первое из двух слагаемых в уравнениях (15)–(17) является постоянной величиной и показывает наибольшее возможное значение СМ деталей КШМ, компенсируемое изменением конструкции пробок и изготовлением существующих и новых пробок из разных материалов. При этом $\Delta m_{ура}$ соответствует изменению массы при замене стальных пробок на алюминиевые, $\Delta m_{уур}$ — новых на прежние (обе стальные), а $\Delta m_{уна}$ — новых стальных на существующие из алюминиевого сплава. Второе слагаемое правой части уравнений (15)–(17) переменная величина. Она соответствует значению СМ деталей КШМ, которое компенсируется уменьшением высоты и толщины стенок прежних пробок, изготавливаемых из стали или алюминиевого сплава. Эта составляющая возрастает пропорционально снижению массы пробок за счет уменьшения их размеров.

По аналогии с выражениями (15)–(17) можно записать

$$\Delta m_{ук} = k_y \Delta m_{рi}. \quad (18)$$

Для рассматриваемых двигателей значения постоянной составляющей в формулах (15)–(17), рассчитанных с использованием данных табл. 2 и соотношений (12)–(14), представлены в табл. 3. В ней $\Delta m_{уки}$ и $\Delta m_{укім}$ — текущее и максимальное значения СМ деталей КШМ, компенсируемые при i -м варианте изменения размеров или материала существующей и новой конструкций пробок; $\Delta m_{ам}$ и $\Delta m_{рм}$ — наибольшее возможное сни-

Таблица 3

Максимально возможные значения СМ деталей КШМ, компенсируемые изменением материала, и конструкции пробок грязесборника

Обозначение	Значение для двигателя рабочим объемом, л		Обозначение	Значение для двигателя рабочим объемом, л	
	4,25	6 и 7		4,25	6 и 7
$\Delta m_{ура}$, Г	4,333	6,869	$\Delta m_{ук1м}$, Г	5,947	9,492
$\Delta m_{уур}$, Г	1,920	3,537	$\Delta m_{ук2м}$, Г	6,524	10,646
$\Delta m_{уна}$, Г	6,253	10,405	$\Delta m_{ук3м}$, Г	7,867	13,028
$\Delta m_{рм}$, Г	1,951	2,746	$\Delta m_{укм}$, Г	4,604	7,109
$\Delta m_{ам}$, Г	0,684	1,013	$d(\Delta m_{уки})/d(\Delta m_i)$	2,360	2,589

жение массы существующих конструкций пробок из алюминиевого сплава и стали за счет уменьшения их высоты и толщины стенок; Δm_i — значения снижения массы прежних и новых пробок двигателей рабочими объемами 4,25; 6 и 7 л при всех возможных изменениях их размеров и массы, компенсирующие соответствующие величины СМ деталей КШМ в условиях производства и ремонта.

Из зависимостей (15)—(17) следует, что наибольшие значения СМ деталей КШМ, которые можно компенсировать рассматриваемым способом, имеют место, когда их переменная составляющая максимальна. Тогда можно записать

$$\Delta m_{\text{ук1м}} = \Delta m_{\text{ура}} + k_y \Delta m_{\text{ам}}; \quad (19)$$

$$\Delta m_{\text{ук2м}} = \Delta m_{\text{унр}} + k_y \Delta m_{\text{рм}}; \quad (20)$$

$$\Delta m_{\text{ук3м}} = \Delta m_{\text{уна}} + k_y \Delta m_{\text{ам}}; \quad (21)$$

$$\Delta m_{\text{укм}} = k_y \Delta m_{\text{рм}}. \quad (22)$$

Расчетным путем определены наибольшие возможные значения снижения массы существующих пробок за счет уменьшения их высоты и толщины стенок, если они изготовлены из стали и алюминиевого сплава (см. табл. 3).

Угол наклона к оси абсцисс прямых линий, описываемых выражениями (15)—(18), определяется равенством

$$\alpha_{\text{ук}} = \arctg k_y. \quad (23)$$

Скорость роста СМ деталей КШМ, компенсируемой при i -м варианте изменения размеров, материала и конструкции пробок грязесборника, в зависимости от Δm_i вычисляются по соотношению

$$d(\Delta m_{\text{yki}})/d(\Delta m_i) = k_y. \quad (24)$$

Следовательно, как видно из выражений (23) и (24), значения величин $\alpha_{\text{ук}}$ и $d(\Delta m_{\text{yki}})/d(\Delta m_i)$ определяются постоянным для каждой модели и конструкции двигателей коэффициентом k_y . Это следует учитывать при расчетах с целью компенсации СМ деталей КШМ предлагаемым способом.

Используя формулы (15)—(18), (23) и (24) для конкретных моделей и конструкций двигателей V-8 можно построить прямые линии, определить угол их наклона к оси абсцисс и указанную скорость.

Основываясь на данных табл. 1 и 2 можно по приведенным выше формулам рассчитать значения уменьшения Δm_i массы пробок грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала исследуемых двигателей при всех возможных изменениях их размеров и массы. Так, например, получено, что рост Δm_y до 4,604 ($V_{st} = 4,25$ л) и 7,109 г (6 и 7) полностью компенсируется снижением массы существующих стальных пробок этих двигателей на 1,951 и 2,746 г соответственно (см. табл. 3) за счет уменьшения их высоты и толщины сте-

нок. При дальнейшем увеличении Δm_y до 5,947 ($V = 4,25$) и 9,492 г ($V = 6$ и 7) требуется снижение массы пробок на 2,520 и 3,666 г. Для этого достаточно заменить стальную пробку на алюминиевую при сохранении ее наружного диаметра, уменьшении высоты и толщины стенок. Если в двигателе с рабочим объемом 4,25 л рост СМ деталей КШМ превысит 5,947 г, а с $V_{st} = 6$ и 7 л — 9,492 г, то с целью его компенсации потребуется увеличение наружного диаметра пробок и их изготовление из алюминиевого сплава. Например, пробка с размерами M27×1,5 позволяет компенсировать значение Δm_y , равное 9,685 г. При этом возникает необходимость увеличить диаметр отверстий под пробки грязесборника в шатунных шейках коленчатого вала, что нарушает взаимозаменяемость коленчатых валов в условиях производства и ремонта двигателей. Этих негативных факторов можно избежать, если в процессе проектирования двигателей предусмотреть возможность снижения массы пробок грязесборника за счет изменения их конструкции и материала при постоянном наружном диаметре. Например, если во время первоначального проектирования исследуемых двигателей для них были бы предусмотрены предлагаемые конструкции пробок (рис. 1, *в* и *г*), то это дало бы возможность дополнительно уменьшить массу пробок на величину, пропорциональную разности масс рекомендуемой и существующей стальных пробок.

Из приведенных примеров и результатов расчета следует, что разработанный способ уравнивания позволяет в определенных пределах полностью компенсировать СМ деталей КШМ, устранить дополнительный свободный суммарный неуравновешенный момент и обеспечить уравновешенность новых и прошедших капитальный ремонт двигателей V-8.

Правильность приведенных теоретических положений и результатов расчетов подтвердили данные экспериментальных исследований двигателей рабочим объемом 4,25 л, проведенных на балансировочном станке фирмы Шенк, и коленчатого вала и вала в сборе двигателей с $V_{st} = 4,25$ и 6 л, выполненных на балансировочных станках моделей соответственно МС 946 и КИ-4274. Для проведения экспериментов были собраны эталонные двигатели, отклонения от номинального значения массы деталей КШМ которых находились в допустимых изготовителем пределах, а остаточные дисбалансы их вращающихся деталей и сборочных единиц не превышали 5 г·мм. После обкатки двигатели балансировали на станке Шенк с остаточным дисбалансом в обеих плоскостях коррекции не более 5 г·мм. Затем у подготовленных таким

образом двигателей увеличивали массу поршней и головок шатуна в соответствии с методикой работы [2], а на шатунные шейки коленчатого вала устанавливали пробки существующей и усовершенствованной конструкций с одинаковым наружным диаметром. Пробки изготавливали из стали и алюминиевого сплава. В случае применения пробок измененной конструкции подбирали коленчатые валы так, чтобы масса и размеры их противовесов соответствовали массе и расстоянию от оси вращения до центра тяжести новых пробок, а также удовлетворялись требования, приведенные в работе [2]. Во всех вариантах выполненных экспериментов добивались соблюдения требования уравнений (12)–(14). После этого двигатели устанавливали на указанный станок и определяли значения и углы их дисбалансов в обеих плоскостях коррекции. Анализ результатов экспериментов показал, что при всех возможных сочетаниях массы, размеров и материала существующей и разработанной пробок значения и углы дисбалансов в плоскостях маховика и шкива коленчатого вала двигателей практически одинаковы и заметно не отличаются от аналогичных показателей эталонных двигателей. Таким образом, экспериментально установлено, что разработанный способ позволяет полностью компенсировать СМД деталей КШМ и обеспечивает полную уравновешенность двигателей V-8 при их производстве и ремонте.

В продолжение экспериментов были подобраны эталонные коленчатые валы и валы в сборе с маховиком и сцеплением двигателей рабочими объемами 4,25 и 6 л, размеры, шероховатости поверхности, отклонения формы и взаимного расположения коренных и шатунных шеек которых имели допустимые изготовителем значения. Эти сборочные единицы балансировали на станках моделей МС 946 ($V_{sr} = 4,25$ л) и КИ-4297 (6) с остаточным дисбалансом в обеих плоскостях коррекции не более 5 г·мм. Затем с использованием методики работы [2] на каждой шатунной шейке коленчатого вала создавали СМД деталей КШМ с помощью специально изготовленных стальных пластинок, располагаемых на наружной поверхности балансировочных грузов. Массу пластинок изменяли за счет их толщины и ширины. Пластины размещали так, чтобы их продольная ось симметрии совпадала с окружностью, соответствующей среднему поперечному сечению шатунных шеек. В этом случае СМД деталей КШМ находится на оси шатунных шеек. На коленчатые валы устанавливали штатные и новые пробки с одинаковым наружным диаметром, изготовленные из стали и алюминиевого сплава с различными значениями их высоты и толщины стенок. Во всех случаях обеспечивали соблюдение

условий (12)–(14). Для каждого сочетания МГП и материала обеих конструкций пробок на шатунные шейки коленчатого вала устанавливали соответствующие балансировочные грузы, массу которых рассчитывали по формулам (4), (5), (7), (9). После этого на балансировочных станках определяли значения и углы дисбалансов в обеих плоскостях коррекции коленчатого вала и вала в сборе. Результаты экспериментальных исследований сборочных единиц обоих двигателей показали, что при всех возможных вариантах значения и углы дисбалансов в обеих плоскостях коррекции эталонных и опытных коленчатых валов и валов в сборе с маховиком и сцеплением практически одинаковы. Данные экспериментальных исследований доказывают, что предложенный способ компенсации СМД деталей КШМ обеспечивает возможность балансировки указанных сборочных единиц в условиях производства и ремонта двигателей V-8.

Таким образом, на примере двигателей V-8 показана возможность практического применения предложенного в работе [1] способа уравновешивания двигателей в условиях их производства и ремонта.

Внедрение результатов выполненного исследования в условиях ремонтного производства не вызывает больших трудностей, требует незначительных затрат, позволяет обеспечить полную уравновешенность новых и прошедших капитальный ремонт двигателей V-8 с достаточной для практических целей точностью и дает значительный экономический эффект.

Литература

1. Назаров А.Д. Повышение долговечности двигателей путем компенсации суммарной неуравновешенной массы деталей КШМ изменением параметров пробок грязесборников // Вестник машиностроения. — 2007. — № 3. — С. 13–17.
2. Назаров А.Д. Дисбалансы автотракторных двигателей: определение и нормирование. — М.: Машиностроение, 1992. — 272 с.
3. Назаров А.Д., Каляев М.Л. Влияние некоторых технологических факторов на дисбалансы автотракторных двигателей // Материалы Всесоюзного координационного совещания вузовской науки по вопросам использования, надежности и ремонта машин, электронизации процессов и технических средств в сельскохозяйственном производстве (26–29 сентября 1989 года, г. Ашхабад). Кн. 2. — Ашгабат: ТСХИ. — 1994. — С. 110–122.
4. Назаров А.Д., Назаров М.А. Методики определения влияния увеличения массы деталей КШМ на долговечность и виброакустические показатели двигателей // Сборник научных трудов МГАУ «Диагностика, надежность и ремонт машин». — М.: МГАУ, 1995. — С. 9–14.
5. Назаров А.Д. Проблемы балансировки коленчатых валов при ремонте двигателей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 1997. — № 5. — С. 22–25.