

Уравнения (4) и (5) справедливы при φ

$$90^\circ - \arccos \left[1 - \frac{L_6^2}{2R_{II}^2} \right] \leq \varphi \leq 90^\circ.$$

Испытание автопоезда в составе тягача МА3-515 и полуприцепа МА3-99851 с базой $L_6 = 12,6$ м при повороте на 90° с радиусом $R_{II} = 10$ м позволили получить реальные угловые характеристики автопоезда, а по выведенным выше зависимостям нами получены рациональные угловые характеристики указанного автопоезда при входе в поворот (рис. 5, а) и при выходе из поворота (рис. 5, б).

Полученные зависимости позволяют определять рациональные параметры системы управления длиннобазных автопоездов. При решении задачи стабилизации возможен оптимальный вариант сцепки, при котором обеспечивается наилучшая вписываемость автопоезда.

ЛИТЕРАТУРА

1. З а к и н Я.Х. Прикладная теория движения автопоездов. — М.: Транспорт, 1967.

УДК 634.0.323.4:624.159.1

В.А.ДОБРОВОЛЬСКИЙ, инженер,
(БТИ им. С.М.Кирова)

ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА РАСКРЯЖЕВОЧНОГО СТАНКА АЦ-ЗС

При проектировании фундаментов для правильного назначения их размеров и форм необходимо учитывать такой важный фактор, как осадки. Чрезмерные и неравномерные осадки отрицательно влияют на качество получаемой продукции и даже могут вывести из эксплуатации станок.

Основой нашего исследования является предположение о том, что осадки фундамента — главная причина некоторых наблюдаемых недостатков в работе раскрывежного станка АЦ-ЗС, в частности "косога реза". Нами проведены длительные наблюдения за осадками станка АЦ-ЗС, установленного в соответствии с проектной документацией на нижнем складе Борисовского лесозаготовительного объединения "Борисовдрев" в линии по раскрывке хлыстов ПЛХ-ЗАС. К началу наблюдений линией было раскрывежено 5 тыс. м³ хлыстов.

Для измерения осадок закладывались специальные реперы и марки: на фундамент АЦ-ЗС наклеивались с четырех сторон (вблизи углов) миллиметровые линейки. Такая же линейка, служащая за ноль отсчета, была наклеена на трубу диаметром 50 мм, вбитую в грунт на глубину 2,4 м в 40 м от фундамента АЦ-ЗС в защищенном от повреждения месте. Учитывая особую значимость стабильного положения репера, было сделано его дублирование: на

Т а б л и ц а 1. Осадки (превышения) угловых точек фундамента АЦ-ЗС

Номера точек	Даты, абсолютные отметки, превышения – осадки (Δ), мм					за весь период наблюдений
	10.09.74 (за нуль)	23.11.74	22.03.75	14.12.75	6.06.76	
4	-145,228	-144,658	-144,879	-144,775	-144,944	+0,284
		$\Delta = +0,570$	$\Delta = -0,221$	$\Delta = +0,104$	$\Delta = -0,169$	
3	-147,476	-147,138	-147,210	-146,448	-146,167	+1,309
		$\Delta = +0,338$	$\Delta = -0,072$	$\Delta = +0,762$	$\Delta = +0,281$	
2	- 9,718	- 10,269	- 10,573	- 11,342	- 11,675	- 1,957
		$\Delta = - 0,551$	$\Delta = - 0,304$	$\Delta = - 0,769$	$\Delta = 0,333$	
1	- 73,460	- 73,967	- 74,148	- 75,484	- 76,435	- 2,975
		$\Delta = - 0,507$	$\Delta = - 0,181$	$\Delta = - 1,336$	$\Delta = 0,951$	
Центр тяжести по расчету		-0,0375	-0,1945	-0,332	-0,271	-0,835

П р и м е ч а н и е : Плюс (+) – подъем точки; минус (-) – опускание.

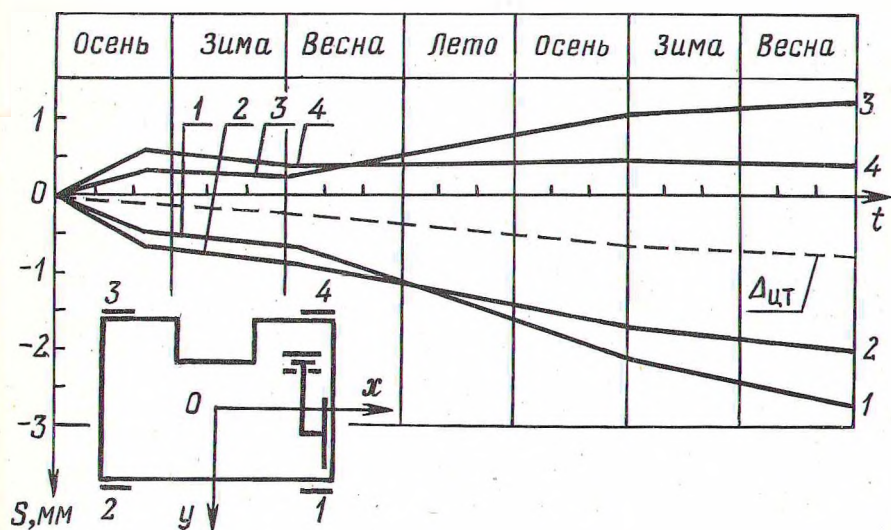


Рис. 1. Осадка фундамента раскрывеочного станка АЦ-ЗЦ в течение 2 лет эксплуатации.

фундамент уже длительное время не работающей лесопильной рамы была наклеена такая же линейка; в качестве контроля перед каждой серией измерений производилось нивелирование по обоим реперам.

Измерения производились высокоточным нивелиром Н-1 5 раз: весной и осенью в течение двух лет. Первое из них было принято за начало отсчета. Для установки прибора на одинаковом расстоянии от нивелируемых точек оно определялось 20-метровой лентой.

По результатам нивелирования угловых точек фундамента относительно нулевого репера составлены табл. 1 и рис. 1.

Для проверки полученных результатов и правильности измерений и расчетов по координатам трех точек фундамента в момент максимальных осадок было составлено уравнение плоскости; четвертая точка, как обязательно лежащая в этой плоскости, была использована для контроля.

Уравнение плоскости в общем виде выглядит так:

$$Ax + By + Cz + D = 0, \quad (1)$$

где A, B, C и D – коэффициенты. Их можно определить, если решить совместные уравнения семейства плоскостей, проходящих через три известные точки.

Уравнения семейства плоскостей, проходящих через точки 1, 2 и 3 имеют вид:

$$A(x-x_1) + B(y-y_1) + C(z-z_1) = 0;$$

$$A(x_2-x_1) + B(y_2-y_1) + C(z_2-z_1) = 0;$$

$$A(x_3-x_1) + B(y_3-y_1) + C(z_3-z_1) = 0.$$

Подставим в них координаты точек

$$M_1 \left(-\frac{l_{1-2}}{2}; \frac{l_{1-4}}{2}; \Delta 1 \right); \quad M_2 \left(-\frac{l_{1-2}}{2}; -\frac{l_{1-4}}{2}; \Delta 2 \right);$$

$$M_3 \left(-\frac{l_{1-2}}{2}; -\frac{l_{1-4}}{2}; \Delta 3 \right),$$

где l_{1-2}, l_{1-4} – расстояния между соответствующими точками; $\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3$ – осадки помеченных угловых точек.

Составив и решив определить

$$\left| \begin{array}{ccc|c} x - \frac{l_{1-2}}{2} & y - \frac{l_{1-4}}{2} & z - \Delta z & \\ -\frac{l_{1-2}}{2} - \frac{l_{1-2}}{2} & \frac{l_{1-4}}{2} - \frac{l_{1-4}}{2} & \Delta 2 - \Delta 1 & \\ -\frac{l_{1-2}}{2} - \frac{l_{1-2}}{2} & \frac{l_{1-4}}{2} - \frac{l_{1-4}}{2} & \Delta 3 - \Delta 1 & \end{array} \right| = 0,$$

получим

$$\frac{1_{1-4}}{1_{1-2}} (\Delta 2 - \Delta 1)x + (\Delta 3 - \Delta 2)y + 1_{1-4}z - \frac{1_{1-4}}{2} (\Delta 1 + \Delta 3) = 0.$$

Подставив численные значения координат

$$\frac{2410}{2250}(-1,957 + 2,975)x + (1,309 + 1,957)y + 2410z - \frac{2410}{2}x$$

$$x (-2,975 + 1,309) = 0,$$

найдем искомое уравнение плоскости

$$1,09x + 3,26y + 2410z + 2007 = 0.$$

Записав в это уравнение координаты контрольной точки 4 (1125; -1205; 0,284), должны получить тождество. Однако в нашем случае вместо тождества было получено значение -11. Такое отклонение от тождества дает изменение осадки в одной точке, например, 4 на 11: $2410 = 0,004$ мм. Незначительная величина отклонения от тождества свидетельствует о точности проведенных измерений и расчетов. Следовательно, выведенное уравнение плоскости можно считать правильным, а численно полученные величины осадок достоверными.

Перемещения центра тяжести фундамента (на рис. 1 обозначены пунктирной линией) определялись согласно следующему расчету:

$$\Delta_{ц.т.} = \frac{\Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3 + \Delta 4}{4}.$$

Расчет $\Delta_{ц.т.}$ показывает, что за 2 года наблюдений фундамент раскряжевочного станка АЦ-ЗС "просел" всего лишь на 0,835 мм. Несмотря на значительную величину осадок, которая может объясняться или большой площадью опоры станка или высокой прочностью грунта, наблюдается крен фундамента, т.е. имеет место неравномерность осадок.

Измерения модуля упругости грунта (E), проведенные методами виброметрии и подтвержденные компрессионными испытаниями, показали, что он относится к категории среднечных грунтов ($E = 582$ кг/см²) с объемным весом $\gamma = 1,75$ г/см³, коэффициентом пористости $\epsilon_0 = 0,794$, влажностью $w = 16,3\%$.

Следовательно, большая площадь фундамента является основным объяснением незначительности осадок.

Измерения и расчеты крена фундамента показали, что причиной этому является эксцентричная по отношению к центру основания нагрузка. Для расчета углов крена были составлены формулы:

*Для компрессионных испытаний отбирались образцы грунта ненарушенного сложения с уровня подошвы фундамента на глубине 1,65 м после откопки от его стенки.

$$\alpha_{\text{ox}} = \arcsin \frac{\frac{\Delta 1 + \Delta 2}{2} - \frac{\Delta 3 + \Delta 4}{2}}{l_{1-4}} \approx \frac{\Delta 1 + \Delta 2 - \Delta 3 - \Delta 4}{2 l_{1-4}};$$

$$\alpha_{\text{oy}} = \arcsin \frac{\frac{\Delta 1 + \Delta 4}{2} - \frac{\Delta 2 + \Delta 3}{2}}{l_{1-2}} \approx \frac{\Delta 1 + \Delta 4 - \Delta 2 - \Delta 3}{2 l_{1-2}};$$

где α_{ox} , α_{oy} — углы поворота относительно координатных осей, направленных соответственно вдоль движения хлыста и перпендикулярно ему.

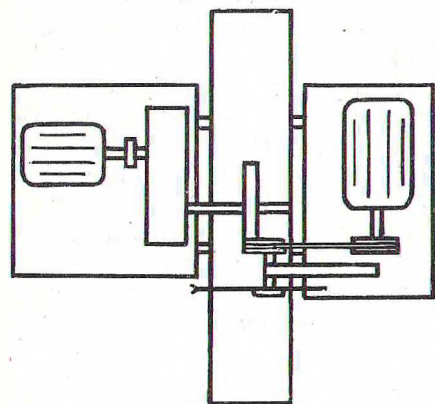
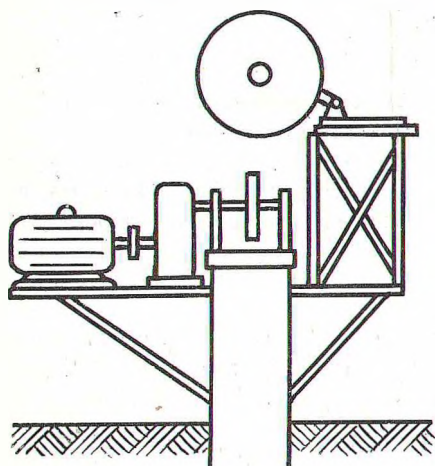


Рис. 2. Рациональная форма фундамента станка типа АЦ-3С.

Подставив значения осадок (подъемов), возникших за период наблюдений, получим

$$\alpha_{\text{ox}} = \frac{-2,975 - 1,957 - 1,309 - 0,284}{2 \cdot 2410} = 0,001354 \text{ рад, или } -4,6';$$

$$\alpha_{\text{oy}} = \frac{-2,975 - 0,284 + 1,957 - 1,309}{2 \cdot 2250} = -0,0005802 \text{ рад, или } -2,0'.$$

Наиболее опасным из этих углов является угол поворота относительно оси y (α_{oy}), влияющий на качество раскряжевки, вызывая "косой рез". К тому же (хотя и медленно) величина его постоянно накапливается.

Поскольку эксцентricность нагрузки связана с формой фундамента, то такой недостаток в работе последнего можно устранить, изменив его форму так, чтобы максимальные нагрузки, которые возникают в основном от веса хлыста, передавались по его центру опоры. Этому требованию может удовлетворять форма фундамента, предложенного нами на рис. 2.

Таким образом, проведенные исследования позволяют прийти к следующему заключению.

В грунтах даже средней прочности вследствие достаточной площади основания наблюдается медленное накопление осадок фундамента. Опасность однако, представляет не величина осадок, а неравномерность их распределения, которая связана с тем, что при существующей форме фундамента АЦ-ЗС происходит его эксцентричное нагружение, вызывающее крен и ухудшающее качество раскряжевки ("косой рез"). Для устранения наблюдаемых недостатков рационально, на наш взгляд, изменение формы фундамента так, чтобы эксцентричные нагрузки были сведены до минимума.

УДК 629.114.2

А.Х.ЛЕФАРОВ, докт.техн.наук,
С.И.СТРИГУНОВ, инженер
(БПИ)

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ ТРАКТОРА ТИПА 4x4 ПРИ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СИЛОЙ ТЯГИ И БУКСОВАНИЕМ

При движении машины имеют место затраты мощности на преодоление сопротивления дороги (силовые потери) и на тангенциальную деформацию шин и грунта (скоростные потери). Силовые потери мощности при определенных условиях работы (постоянные эксплуатационный вес и скорость движения) можно считать постоянными и не зависящими от распределения тяговой нагрузки по ведущим мостам. Скоростные же потери мощности, оцениваемые кпд η_{δ} , зависят не только от тяговой нагрузки машины, но и от ее распределения по ведущим мостам.

Рассмотрим методику определения кпд η_{δ} для трактора с двумя ведущими мостами при нелинейной зависимости между касательной силой тяги и буксованием для каждого моста. Эта зависимость, полученная опытным путем, наилучшим образом аппроксимируется экспоненциальным законом [1]. Для ведения расчетов более удобно пользоваться безразмерной величиной φ_p представляющей собой отношение касательной силы тяги колес к их сцепному весу. Учитывая изложенное, можно записать

$$\varphi_{p1} = \varphi_1 (1 - e^{-K_1 \delta_1}); \quad (1)$$

$$\varphi_{p2} = \varphi_2 (1 - e^{-K_2 \delta_2}),$$

где $\varphi_{p1}, \varphi_{p2}$ — реализуемые коэффициенты использования сцепного веса колес переднего и заднего мостов; δ_1, δ_2 — буксования колес переднего и заднего мостов; $\varphi_1, K_1, \varphi_2, K_2$ — постоянные эмпирические коэффициенты.

Известно, что при наличии кинематического несоответствия m в заблокированном межосевом приводе между буксованиями переднего и заднего