

Таблица 1. Кинематические параметры пункта и звеня механизма

Пункты	Линейные		Звенья	Вуглавые	
	скорасці	паскарэнні		скорасці	паскарэнні
A	$\omega_1 l$	$\omega_1^2 l$	AB	ω_1	$\omega_1^2 (6 + 10\sqrt{3} / 3)$
B	$2\omega_1 l$	$\omega_1^2 l \sqrt{192 + 108\sqrt{3}}$	BD	$\omega_1 \sqrt{3}$	$\omega_1^2 (5 + 3\sqrt{3})$
C	$\omega_1 l$	$\omega_1^2 l \sqrt{85 + 48\sqrt{3}}$	CE	ω_1	$\omega_1^2 (6 + 4\sqrt{3})$
D	$2\omega_1 l$	$\omega_1^2 l \sqrt{100 + 48\sqrt{3}}$	DF	$2\omega_1$	$\omega_1^2 (6 + 4\sqrt{3})$

$$\epsilon_{CE} = a_{CE}^r / CE = a_{DF}^r / DF = (6 + 4\sqrt{3})\omega_1^2.$$

Паскарэнні пунктаў C і D знаходзім па формулах:

$$a_C = \sqrt{(a_{CE}^n)^2 + (a_{CE}^r)^2} = \sqrt{85 + 48\sqrt{3}} l \omega_1^2;$$

$$a_D = \sqrt{(a_{DF}^n)^2 + (a_{DF}^r)^2} = \sqrt{100 + 48\sqrt{3}} l \omega_1^2.$$

Знойдзеныя скорасці і паскарэнні пунктаў і звеняў механізма зводзім у таблицю 1.

Структурныя групы з паступальнымі кінематычнымі парамі.

На рысунках 1, 3 павадкамі для базісных звеняў 3, BD служаць стрыжні, што ўваходзяць у дзве вярчальныя кінематычныя пары. У тэхніцы выкарыстоўваюцца механізмы, структурныя групы якіх ўтрымліваюць павадкі з паступальнымі кінематычнымі парамі. Прыклад такога механізма прыведзены на рысунку 4. Графічны спосаб яго кінематычнага аналізу выкладзены ў дапаможніку [4]. Трохпавадкавая група ў гэтым механізме складаецца з базіснага звяна 3 і павадкаў 2, 4, 5. Звенья 2 і 5 уваходзяць у дзве кінематычныя пары: звяно 2 ўтварае вярчальную пару са звяном 1 і паступальную са звяном 3, а звяно 5 ўтварае такія ж пары са звенямі 3 і 0. Уваходным звяном служаць крывашып 1. Скорасць яго канца A знаходзім па формуле $V_A = V_{A_1} = V_{A_2} = \omega_1 l_1$. Для вызначэння скорасцей пунктаў звяна 3 выкарыстоўваем яго імгненны цэнтр скорасцей P_3 .

Ён знаходзіцца на перасчэнні перпендыкуляраў да напрамкаў скорасцей пунктаў B і C. Каб вызначыць вуглавую скорасць звяна 3, раскладваем абсалютную скорасць V_A на адносную V_A^r і пераносную V_A^e паводле тэарэмы: $\vec{V}_A = \vec{V}_A^e + \vec{V}_A^r$ (рыс. 4). Тады $\omega_3 = V_A^e / AP_3$ і $V_B = \omega_3 BP_3$, $V_C = \omega_3 CP_3$. Для вызначэння

паскарэнняў выкарыстоўваецца тэарэма Карыюліса.

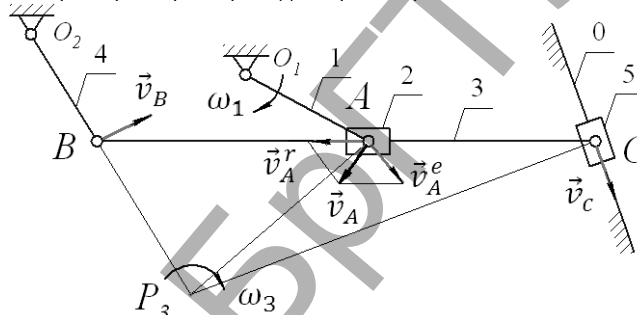


Рис. 4. Трохпавадкавая група з паступальнымі кінематычнымі парамі; размеркаванне скорасцей

Заклучэнне. Як адзначалася вышэй, кінематычны аналіз трохпавадкавых груп традыцыйна выконваецца графічным метадам. З пашырэннем камп'ютэрызацыі графічныя метады паўсюдна саступаюць аналітычным. У артыкуле ў агульным выглядзе і на прыкладзе паказана, што пераход да аналітычнага метаду аналізу трохпавадкавых структурных груп можа быць рэалізаваны сродкамі тэарэтычнай механікі.

СПІС ЦЫТУЕМЫХ КРЫНІЦ

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин. – Москва: Наука, 1988. – 639 с.
2. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова – М.: Высшая школа, 1963. – Часть 1. – 431 с.
3. Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки: сб. науч. тр. – Гомель: БелГУТ, 2009. – 242 с.
4. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / Под ред. А.С. Кореняко. – Киев: Выща школа, 1970. – 332 с.

Материал поступил в редакцию 09.09.15

RUSAN S.I., GAVRILENYA A.K. Analytical method of kinematic analysis of three tier structural group

Three tier structural group is the object of kinematic research in the course of the theory of mechanisms and cars. With that aim graphic methods are traditionally used, but with the introduction of computer technologies these methods give way to analytical algorithm. In the article it is considered that analytical research of the specified structural group is possible when studying the topic «Plane-parallel movement» in the course of theoretical mechanics. Speeds are studied with the use of the instant centre of speeds. The theorem of addition of accelerations (on which basis the full system of algebraic equality is made) is applied to the analysis of accelerations. The example in which all kinematic characteristics of the group are defined is provided in the article. Features of the analysis of speeds of structural group with forward kinematic steams are considered.

УДК 629.3.082.2

Монтик С.В., Санюкевич Ф.М.

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Введение. Завершающей стадией технологического проектирования автотранспортных предприятий (АТП) является анализ технико-экономических показателей, который проводится с целью выявления степени технического совершенства и экономической целесообразно-

Монтик Сергей Владимирович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей» Брестского государственного технического университета.

Санюкевич Федор Михайлович, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

сти разработанных проектных решений. Кроме оценки проектов, технико-экономические показатели используются для выполнения укрупненных расчетов при выборе путей развития и совершенствования производственно-технической базы предприятий, при определении необходимости и целесообразности расширения и реконструкции АТП.

Эффективность проекта оценивается путем сравнения его технико-экономических показателей (ТЭП) с нормативными (эталонными) показателями, а также с показателями аналогичных проектов и передовых действующих предприятий. Номенклатура показателей для оценки проектов АТП достаточно большая и наряду с технологическими показателями (число производственных рабочих, число рабочих постов, уровень механизации процессов ТО и ТР и пр.) и строительно-планировочными (общая площадь участка, площадь застройки, плотность застройки, площадь производственно-складских помещений, площадь административно-бытовых помещений и пр.) включает показатели стоимости строительства, уровня рентабельности, сроков окупаемости капитальных вложений и ряд других.

Рассмотрим далее некоторые методики оценки технико-экономических показателей технологического проектирования АТП, которые используются в учебном процессе ввиду их доступности и низкой трудоемкости, и выполним их анализ.

Описание методик оценки ТЭП технологического проектирования АТП. Для оценки результатов технологического проектирования Гипроавтотрансом [1] разработаны технико-экономические показатели для различных предприятий автомобильного транспорта. Для автономных АТП установлены следующие технико-экономические показатели: число производственных рабочих и рабочих постов на 1 автомобиль, площадь производственно-складских, административно-бытовых помещений на 1 автомобиль, площадь стоянки на 1 место хранения, площадь территории предприятия на 1 автомобиль.

Технико-экономические показатели представляют собой удельные значения нормативов численности производственных рабочих (штатных), постов, площадей производственных и административно-бытовых помещений на единицу подвижного состава (ПС) для наиболее характерных (эталонных) условий: списочное число технологически совместимого подвижного состава – 300 единиц; климатический район – умеренный; категория условий эксплуатации – I; среднесуточный пробег – 250 км; условия хранения – открытая стоянка без подогрева при 50% независимого выезда автомобилей по углом 90°; водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение – от городских сетей [1].

При этом в качестве базовых (эталонных) моделей принимались: для грузовых автомобилей – КамАЗ-5320; для автобусов – ЛиАЗ-5256; для легковых автомобилей – ГАЗ-24-10 [1].

Для автотранспортных предприятий, условия эксплуатации и размер которых отличаются от эталонных, определение показателей производится с помощью коэффициентов, которые учитывают влияние следующих факторов: списочное число технологически совместимого подвижного состава, тип подвижного состава, наличие прицепного состава к грузовым автомобилям, среднесуточный пробег подвижного состава, условия хранения, категория условий эксплуатации, климатический район.

Значения приведенных удельных технико-экономических показателей для условий проектируемого предприятия определяются умножением удельного показателя для эталонных условий на соответствующие коэффициенты, учитывающие отличие конкретных условий от эталонных.

Абсолютные значения нормативных показателей определяются произведением соответствующего приведенного удельного показателя на списочное число подвижного состава, одинакового по классу или грузоподъемности.

По методике, изложенной в [2], уровень прогрессивности технологической проработки проекта АТП оценивается по следующему комплексу технико-экономических показателей: численности производственных рабочих на 1 млн км пробега автомобилей; количеству рабочих постов на 1 млн км пробега; площади производственно-складских помещений на единицу подвижного состава; площади ад-

министративно-бытовых помещений на единицу подвижного состава; площади стоянки на одно автомобиле-место хранения; площади территории предприятия на единицу подвижного состава.

Значения удельных технико-экономических показателей задавались для наиболее характерных (эталонных) условий работы предприятия, которые аналогичны предыдущей методике.

Для АТП, условия работы в которых отличаются от эталонных, значения удельных показателей приводят к условиям работы проектируемого предприятия путем умножения их на соответствующие коэффициенты, учитывающие те же факторы, что и предыдущая методика.

Далее, по методике [2], определялись удельные технико-экономические показатели для проектируемого АТП путем деления абсолютных значений численности производственных рабочих, количества рабочих постов, площади производственно-складских помещений, площади административно-бытовых помещений, площади стоянки и площади территории предприятия, которые получены в результате технологического проектирования АТП, на списочного количества подвижного состава соответствующей технологически совместимой группы или на годовой пробег всех автомобилей технологически совместимой группы.

Значения технико-экономических показателей работы проектируемого АТП не должны превышать приведенных эталонных. В противном случае необходимо пересмотреть принятые проектные решения: изменить планировку АТП, увеличить число смен работы производственных подразделений, использовать посты зон ТО для проведения других работ и т.п.

Анализ методик оценки ТЭП технологического проектирования АТП, рекомендации по их корректировке применительно к современным условиям. Выполним сравнение рассмотренных выше методик.

Методика, разработанная Гипроавтотрансом [1], и методика, представленная в [2], имеют одинаковые эталонные характеристики АТП и условия работы подвижного состава.

Отличие заключается в том, что в методике [1] все удельные ТЭП, по которым происходит оценка проектируемого АТП, определяются на единицу подвижного состава, а по методике [2] такие ТЭП, как численность производственных рабочих и количество рабочих постов определяется на 1 млн. км пробега, остальные удельные ТЭП также определяются на единицу подвижного состава. Такой подход является более корректным, потому что с увеличением годового пробега возрастает количество технических воздействий и годовой объем работ по ТО и ТР, а это в свою очередь увеличивает количество производственных рабочих и количество рабочих постов.

Для сравнения числовых значений удельных эталонных ТЭП, приведенные в методике [1], приводились к виду для методики [2], при этом число дней работы в году для грузовых автомобилей принималось 302 дня, а для автобусов – 365 дней. Результаты сравнения представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, методика [2] предлагает более жесткие требования ко всем показателям технологического проектирования по сравнению с методикой [1]. Наибольшая разница у данных методик наблюдается для количества рабочих постов на 1 млн км пробега для автобусов (превышение удельного показателя для методики [1] по сравнению с методикой [2] на 38,21%) и для площади производственно-складских помещений на единицу ПС для грузовых автомобилей (на 46,15%). В [2] не указаны базовые модели ПС, для которого определены удельные эталонные ТЭП, что не позволяет объяснить такое значительное расхождение показателей в данных методиках.

Другим недостатком методики [1] является то, что в качестве эталонных моделей грузовых и легковых автомобилей, а также автобусов используются устаревшие модели подвижного состава. Нормативная трудоемкость технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР), нормативные пробеги до ТО и списания данного ПС значительно отличаются от современного подвижного состава [3].

Для оценки изменения годового объема работ по ТО и ТР современных грузовых автомобилей и автобусов производства ОАО «Минский автомобильный завод» по сравнению с базовыми (эталонными)

Таблица 1. Сравнение удельных ТЭП технологического проектирования АТП для эталонных условий

Показатель	Для автобусов			Для грузовых автомобилей		
	по [1]	по [2]	Превышение, %	по [1]	по [2]	Превышение, %
Число производственных рабочих, на 1 млн. км пробега, чел.	5,56	5,5	1,14	3,51	3,4	3,14
Количество рабочих постов на 1 млн. км пробега	1,59	1,15	38,21	1,10	0,85	28,93
Площадь производственно-складских помещений на единицу ПС, м ²	29	27	7,41	19	13	46,15
Площадь административно-бытовых помещений на единицу ПС, м ²	10	9,5	5,26	8,7	7,5	16,00
Площадь стоянки на одно автомобиле-место хранения, м ²	60	53	13,21	37,2	34	9,41
Площадь территории предприятия на единицу ПС, м ²	165	160	3,13	120	100	20,00

моделями, используемыми в методике [1], определялся годовой объем работ по ТО и ТР грузовых автомобилей КамАЗ-5320 и МАЗ-53371, а также автобусов ЛиАЗ-5256 и МАЗ-1034 (см. рис.1). Условия работы ПС: списочное число технологически совместимого подвижного состава – 300 единиц; климатический район – умеренный; категория условий эксплуатации – I; среднесуточный пробег – 250 км. Как видно из рис. 1, годовой объем работ по ТО и ТР автобуса МАЗ-1034 на 41,7% больше, чем для автобуса ЛиАЗ-5256, а для грузового автомобиля МАЗ-53371 на 30,4% меньше, чем для КамАЗ-5320.

Рассмотренные выше методики оценки ТЭП технологического проектирования АТП не учитывают всех экономических показателей, которые необходимо определить при строительстве или реконструкции АТП, поэтому эти методики возможно использовать либо на стадии технологического проектирования, либо в учебном процессе.

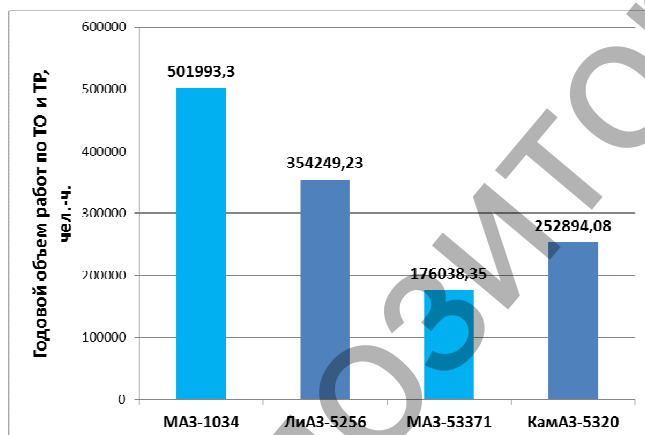


Рис. 1. Годовой объем работ по ТО и ТР ПС для эталонных условий

Заключение. Сравнение методик оценки качества технологического проектирования автотранспортных предприятий позволяет рекомендовать для получения более высоких технико-экономических показателей при проектировании и строительстве новых или реконструкции существующих предприятий использовать методику, предложенную в [2].

Однако при оценке проектов пассажирских АТП, которые используют автобусы МАЗ, целесообразно увеличить на 41,7% такие удельные эталонные ТЭП, как число производственных рабочих и количество рабочих постов на 1 млн км пробега, т.к. увеличение данных показателей пропорционально росту годового объема работ по ТО и ТР для автобусов МАЗ по сравнению с ранее используемыми в методиках [1, 2] базовыми (эталонными) моделями автобусов. Как показывает анализ результатов дипломного проектирования и курсового проектирования по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта и автосервиса» студентов специальности 1 – 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей», без внесения данной корректировки не удастся обеспечить соответствие ТЭП проекта АТП приведенным эталонным значениям.

Также целесообразно увеличить удельную эталонную площадь производственно-складских помещений на единицу ПС, однако величина корректировки данного показателя требует дальнейших исследований, т.к. площадь складов зависит от количества ПС, а площадь производственных зон и участков – от количества работающих на участках и количества рабочих постов и постов ожидания.

Предложенные выше рекомендации по оценке ТЭП технологического проектирования АТП внедрены в учебный процесс и используются студентами специальности 1 – 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» при выполнении курсового проекта по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта и автосервиса» и дипломного проекта.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
2. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебник / М.М. Болбас, Н.М. Капустин, А.С. Савич [и др.]; под ред. М.М. Болбаса – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с.
3. Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения: ТКП 248-2010 (02190). – Мн.: РУП «БелНИИТ «Транстехника», 2010. – 44 с.

Материал поступил в редакцию 14.10.15

MONTIK S.V., SANYUKEVICH F.M. The analysis of techniques of an estimation of technical and economic parameters of technological designing of the motor transportation enterprises

The analysis of techniques of an estimation of quality of technological designing of the motor transportation enterprises is made. It is offered at an estimation of quality of projects of bus fleets with buses MAZ to increase such reference indicators as number of industrial workers and number of working posts by 1 million kilometers of run.