



УДК 539.3/6:62-762.444:519. 863:001.26

Б.М. Абдеев, Т.Ф. Брим, Г. Муслиманова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**РАВНОПРОЧНОЕ РАДИАЛЬНОЕ ЭЛАСТОМЕРНОЕ УПЛОТНИТЕЛЬНОЕ КОЛЬЦО С ПОСТОЯННЫМ
ЭКВИВАЛЕНТНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ И РЕГУЛИРУЕМЫМ НАТЯГОМ**

Одним из актуальных научно-технических направлений современного машиноведения [1] является проблема создания оптимальных конструкций [1, 2], и в частности равнопрочных кольцевых уплотнений [3] минимальной материалоемкости. При этом качественные эксплуатационные характеристики уплотнительного кольца закладываются в процессе его проектирования и монтажа с необходимым начальным натягом, обеспечивающим надежную герметизацию системы «цилиндр – уплотнитель – поршень» [3, 4].

Авторами данной статьи моделируется осесимметричное напряженно-деформированное состояние резинового уплотнителя криволинейно-трапецеидального профиля с плавно изменяющейся шириной $b = b(r)$, ($b_n \leq b \leq b_v$, $R_v \leq r \leq R_n$) и толщиной $h_0 = const$ (рис. 1) при условии неизменности разности радиального σ_r и кольцевого σ_ψ нормальных напряжений

$$\sigma_r - \sigma_\psi = S \equiv \sigma_{III} = const \quad (1)$$

после установки кольца в поршневую канавку глубиной h_k с наибольшим горизонтальным размером $l_k > b_v$ (рис. 2) без надавливания на её кромки. Такое конструктивное решение, подтверждённое практикой [3], является более эффективным и удобным по сравнению с монтажом герметизирующего элемента в круговую проточку на внутренней поверхности цилиндра. Кроме того, в процессе работы эластомерного кольца значительно уменьшается вероятность выскакивания его из гнезда (вследствие самозаклинивания) и среза резины в подвижных соединениях (УПС) [3]. Естественно, что способность кольца к самозаклиниванию реализуется только в случае геометрического подобия профиля посадочной канавки и деформированного сечения уплотнителя, заполняющего поршневую проточку (см. рис. 2).

В этой связи следует также отметить, что стандартные герметизирующие резинотехнические изделия прямоугольного, круглого и эллиптического (овального) профилей [4, 5] не являются равнопрочными и не способны к самозаклиниванию, в отличие от расчётной схемы более надежного и экономичного уплотнителя (рис. 1).

Равенство (1) представляет собой известную в сопротивлении материалов классическую гипотезу прочности (критерий Кулона-Сен-Венана) с приведённым напряжением $\sigma_{III} \equiv S = const$, обеспечивающим максимальное снижение расхода материала конструируемой детали.

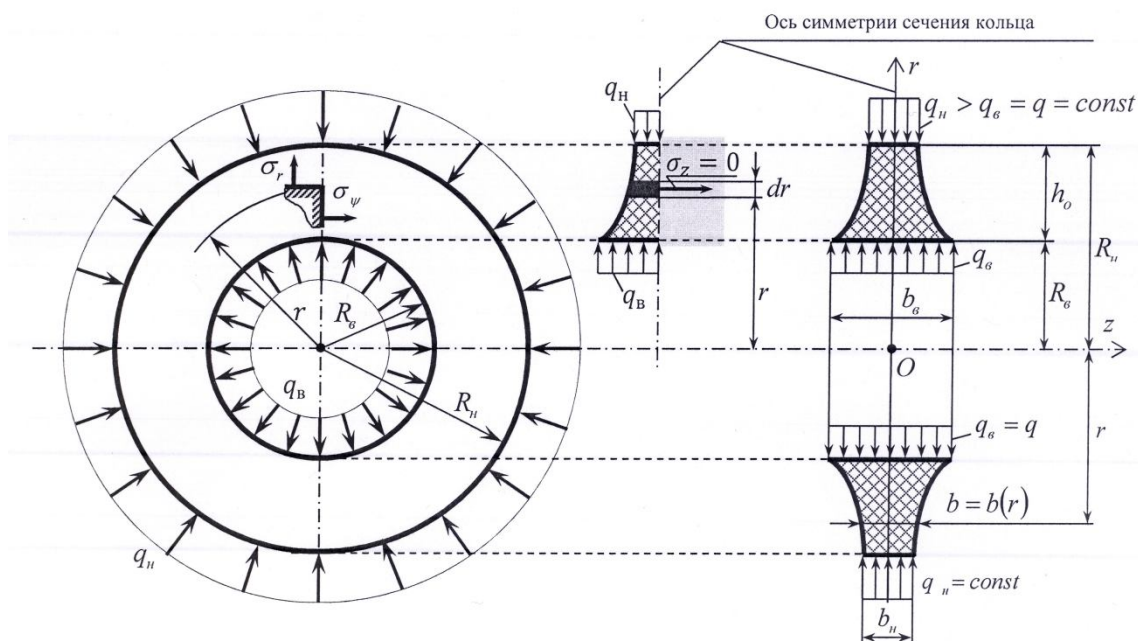


Рисунок 1 – Расчетная схема кольцевого уплотнительного элемента для условий предварительного натяга

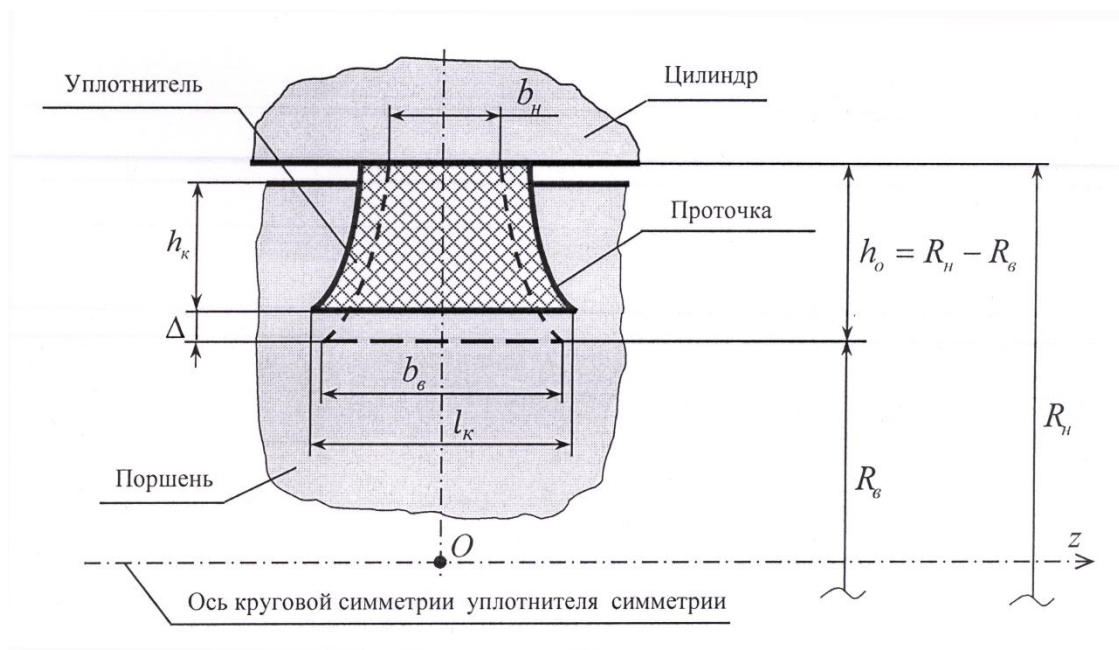


Рисунок 2 – Сечение деформированного герметизирующего элемента

В основу рассматриваемой модели уплотнителя, учитывающей полярно-симметричное распределение напряжений $\sigma_r(r)$, $\sigma_\psi(r)$ и относительных линейных деформаций

$\varepsilon_r(r)$, $\varepsilon_\psi(r)$, $\varepsilon_z(r)$ в цилиндрической системе координат zOr для тел вращения (рис. 1) [6], вводим следующие предпосылки, дополняющие общепринятые базовые гипотезы механики деформируемого однородно-сплошного изотропного твердого тела [3,5,6]:

а) материал конструкции – эластомер (синтетическая резина) подчиняется закону Гука при наибольшей по абсолютной величине деформации $\varepsilon_{max} \leq 0,25$;

б) не учитывается собственный вес кольца и трение на площадках контакта в предположении наличия смазки и высококачественной обработки сопряженных поверхностей;

в) монтаж уплотнителя осуществляется при нормальной температуре 20°C [4], а исследуемый процесс – изотермический и стационарный;

г) в пределах

$$1,5 \text{ МПа} \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right) \leq q \leq 3 \text{ МПа} \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right) \quad (2)$$

варьируется нормативное контактное давление q на сопряженных поверхностях, что гарантирует сохранение герметичности уплотнительного соединения в конце срока его эксплуатации [3];

д) предусматривается, рекомендуемое [3, 5], предварительное (монтажное) растяжение $\bar{\varepsilon}$ кольца по внутреннему радиусу R_b , которое описывается функцией относительной деформации $\varepsilon_\psi = \varepsilon_\psi(r)$, когда $r = R_b$:

$$\varepsilon_\psi(R_b) = \bar{\varepsilon} = 0,01 \div 0,05; \quad (3)$$

е) соблюдается неравенство реактивных контактных нагрузок

$$q_n > q_b = q \quad (4)$$

при соответствующей разности размеров $b_n < b_b$ профиля кольцевого элемента, обеспечивающее равноценную герметизацию [3, 5], контактирующих с уплотнителем поверхностей цилиндра и поршня;

ж) контртела, в сравнении с кольцом, предполагаются абсолютно жесткими (недеформируемыми), так как модуль упругости E резины на несколько порядков меньше, чем у взаимодействующей пары «цилиндр – поршень», конструируемой из металла [3,4,7];

з) по аналогии с теорией расчета вращающихся дисков переменной толщины $b(r)$ [6-9] считаем, что эластомерное кольцо относительно тонкое и соотношение между геометрическими параметрами кольца $b(R_b) = b_b = \max$, $R_n = \max$ не выходит за пределы

$$b_b \cdot R_n^{-1} \leq 0,25, \quad (5)$$

то есть осевое нормальное напряжение $\sigma_z = 0$, а составляющие σ_r и σ_ψ равномерно распределены по любому цилиндрическому сечению r , являясь функцией только переменной r ($R_b \leq r \leq R_n$, рис. 1).

Для математического описания процесса нагружения упругого элемента используем фундаментальные формулы классической теории упругости [6-9]:

– условие равновесия для кольца переменной ширины $b(r)$ сечения

$$\frac{1}{b} \cdot \frac{db}{dr} \cdot \sigma_r + \frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\psi}{r} = 0; \quad (6)$$

– уравнение совместности линейных деформаций ε_r и ε_ψ , выраженное через напряжения σ_r , σ_ψ

$$\frac{d\sigma_\psi}{dr} - \mu \cdot \frac{d\sigma_r}{dr} - (1 + \mu) \cdot \frac{\sigma_r - \sigma_\psi}{r} = 0, \quad (7)$$

где $\mu = 0,48 \div 0,496$ – коэффициент Пуассона резины [3,5] при температуре 20°C (см. вышеуказанное допущение в)), который в инженерных расчетах резинотехнических деталей обычно принимают равным 0,5 [10];

объединённые физико-геометрические соотношения Коши и обобщенного закона Гука:

$$\varepsilon_\psi = \frac{u}{r} = \frac{1}{\kappa_\phi \cdot E} (\sigma_\psi - \mu \cdot \sigma_r), \quad \varepsilon_r = \frac{1}{\kappa_\phi \cdot E} (\sigma_r - \mu \cdot \sigma_\psi), \quad (8)$$

$$\varepsilon_z = \frac{\partial \omega}{\partial z} = -\frac{\mu}{\kappa_\phi \cdot E} (\sigma_r + \sigma_\psi), \quad (9)$$

где $\kappa_\phi = 1,2 \div 1,3$ – безразмерный параметр формы или коэффициент ужесточения [5,7]; $u = u(r)$, $\omega = \omega(z, r) = f(r)z$ – функции перемещений произвольной точки сечения кольца в направлении координатных осей r и z (рис. 1);

– граничные условия

$$\sigma_r(R_B) = -q_B = -q, \quad u(R_H) = 0, \quad b(R_H) = b_H \quad (10)$$

для функциональных зависимостей $\sigma_r(r)$, $u(r)$, $b(r)$ в предположении, что геометрические характеристики R_B , R_H , b_H , а также регулируемое, согласно (2), нормативное контактное давление $q_B = q$ заданы конструктивно.

Интегрируя систему дифференциальных уравнений (1), (6), (7) с учётом граничных равенств (10), получаем:

$$C = 0, \quad S = -q(1 - \mu) \cdot \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)^{-1}; \quad (11)$$

$$\sigma_r = -q \cdot \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right) \cdot \left(1 + \ln \frac{r}{R_H}\right)^{-1}, \quad \sigma_\psi = -q \cdot \left(\mu + \ln \frac{R_B}{R_H}\right) \cdot \left(1 + \ln \frac{r}{R_H}\right)^{-1}; \quad (12)$$

$$b = b(r) = b_H \left(1 + \ln \frac{r}{R_H}\right)^{-(2-\mu)}, \quad R_B \leq r \leq R_H, \quad |\sigma_r| > |\sigma_\psi|, \quad (13)$$

где из физико-математического смысла моделируемого процесса контактирования следует, что решение (12)-(13) распространяется только на область $R_B \leq r \leq R_H$, $e^{-1} < R_B \cdot R_H^{-1} \leq 1$, лежащую за пределами замкнутого интервала $0 \leq R_B \cdot R_H^{-1} \leq e^{-1}$ с допущением (5), ограничивающим наибольшую ширину b_B профиля уплотнительного элемента. В случае $R_B \cdot R_H^{-1} = e^{-1} = (2,718 \dots)^{-1} = 0,3678 \dots$ и $r = e^{-1} \cdot R_H$ имеют место равенства $\sigma_r = \sigma_\psi = \infty$, $b = \infty$, а при $R_B \cdot R_H^{-1} \leq e^{-1}$ действительных значений для размера $b(r)$ не существует и оба напряжения будут растягивающими ($\sigma_r > 0$, $\sigma_\psi > 0$), что противоречит принятой концепции о радиальном сжатии уплотнителя (рис. 1).

С помощью найденной функции $\sigma_r(r)$ подтверждается соблюдение прогнозируемого соотношения (4) между контактными нагрузками q_B и q_H , так как, согласно (12),

$$|\sigma_r(R_H)| = q \cdot \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)^{-1} = q_H > q_B = q, \quad \ln \frac{R_B}{R_H} < 0. \quad (14)$$

Имея функциональные выражения напряжений (12) и зависимости (8)-(9), определяем характерные линейные деформации $\varepsilon_\psi(R_B)$, ε_{max} , $\varepsilon_z(R_B)$, позволяющие: 1) оценивать монтажное растяжение (3); 2) осуществлять проверку условия $\varepsilon_{max} \leq 0,25$ линейно-упругой работы материала кольца (см. допущения а); 3) вычислять наибольший номинальный размер l_K посадочной канавки и требуемый предварительный натяг Δ (рис. 2):

$$\varepsilon_\psi(R_B) = q \cdot \left(\ln \frac{R_H}{R_B}\right) \cdot \left[\kappa_\phi \cdot E \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)\right]^{-1}; \quad (15)$$

$$\varepsilon_{max} = |\varepsilon_r(R_H)| = q(1 - \mu^2) \cdot \left[\kappa_\phi \cdot E \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)\right]^{-1}; \quad (16)$$

$$\varepsilon_z(R_B) = q \cdot \mu(1 + \mu + 2 \ln \frac{R_B}{R_H}) \cdot \left[\kappa_\phi \cdot E \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)\right]^{-1}; \quad (17)$$

$$l_K = b_B[1 + \varepsilon_z(R_B)]; \quad \Delta = u(R_B) = \varepsilon_\psi(R_B) \cdot R_B. \quad (18)$$

Анализ зависимости (13) позволяет констатировать, что кривая $b(r)$ имеет явно выраженный гиперболический характер во всём диапазоне $e^{-1} \leq r \cdot R_H^{-1} \leq 1$, однако, основываясь на предпосылке (5), вышеуказанный для функций (12)-(13) промежуток

$e^{-1} < R_B \cdot R_H^{-1} \leq 1$ должен быть уменьшен, ориентировочно, до длины замкнутого интервала $0,75 \leq r \cdot R_H^{-1} \leq 1$, охватывающего относительно тонкие резиновые кольца. Имея в виду проектно-конструктивные соображения, легко проверить, что геометрическому ограничению (5) удовлетворяют все трапециевидально-криволинейные кольцевые профили, вписывающиеся в квадрат при следующих соотношениях габаритных размеров (рис. 3):

$$\frac{b_B}{R_H} = 1 - \frac{R_B}{R_H} \leq 0,25; \quad 0,75 \leq \frac{R_B}{R_H} \leq 1; \quad \frac{b_B}{b_H} = \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)^{-(2-\mu)}. \quad (19)$$

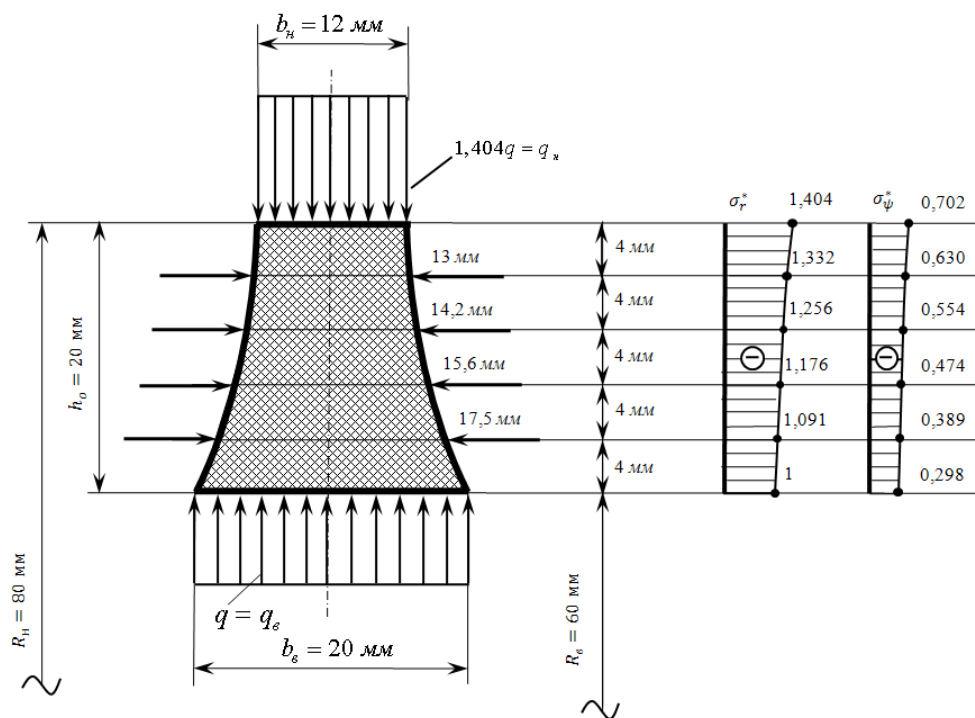


Рисунок 3 – Численный пример, иллюстрирующий решение задачи и выведенные расчетные формулы (12), (13)

Полученные аналитические выражения (12), (13), наглядно проиллюстрированы безразмерными эпюрами напряжений $\sigma_r^* = \sigma_r \cdot q^{-1}$, $\sigma_\psi^* = \sigma_\psi \cdot q^{-1}$ и схематическим изображением адекватного им профиля уплотнительного кольца с коэффициентом Пуассона материала $\mu = 0,5$ [10], имеющего $R_B = 60 \text{ мм}$, $R_H = 80 \text{ мм}$, $b_H = 12 \text{ мм}$ (рис. 3).

В заключение этой статьи приводим результаты расчёта по формулам (12), (15), (17), (18) параметров q_H , $\varepsilon_z(R_B)$, l_K , $\varepsilon_\psi(R_B)$ и натяга Δ (рис. 2) при тех же численных значениях R_B , R_H , b_H , $\mu = 0,5$ (см. абзац выше) для эластомерного уплотнителя с рекомендуемой источником [5] твёрдостью $H = 80$ (IRHD), соответствующей модулю упругости $E = 10 \text{ МПа}$ $\left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$, при средней величине коэффициента $k_\phi = 1,25$ [5] и начальном контактом давления $q_B = q = 1,5 \text{ МПа}$ $\left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$: $q_H = |\sigma_r(R_H)| = 2,106 \text{ МПа}$ $\left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$; $\varepsilon_z(R_B) = 0,078$; $l_K = 21,56 \text{ мм}$; $\varepsilon_\psi(R_B) = 0,048 < \varepsilon_{\max} = 0,05$ – см. (3); $\Delta = R_B \cdot \varepsilon_\psi(R_B) = 2,88 \text{ мм}$; проверяем ограничения $\varepsilon_{\max} \leq [\varepsilon] = 0,25$ и $b_B \cdot R_H^{-1} \leq 0,25$, воспользовавшись соотноше-

нием (16): $\varepsilon_{max} = 0,126 < [\varepsilon] = 0,25$; $b_b \cdot R_n^{-1} = 20 \cdot (80)^{-1} = 0,25$.

Представленную теорию и методику можно непосредственно использовать при оптимальном проектировании, прогрессивных по форме (рис. 1), радиально нагруженных резиновых герметизирующих колец для пневматических, гидравлических и вакуумных систем машин и механизмов.

Список литературы

1. Фролов К.В. Методы совершенствования машин и современные проблемы машиноведения. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
2. Рейклейтис Г. Оптимизация в технике: В 2-х кн. / Г. Рейклейтис, А.А. Рейвиндран, К. Регсдэл / Пер. с англ. В.Я. Алтаева, В.И. Моторина. – М.: Мир, 1986. – Кн. 1. – 315 с.
3. Кондаков Л.А. Уплотнения и уплотнительная техника: Справ. /Под ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. – М.: Машиностроение, 1994. – 448 с.
4. Аврушенко Б.Х. Резиновые уплотнители. – Л.: Химия, 1978. – 136 с.
5. Кондаков Л.А. Уплотнения гидравлических систем. – М.: Машиностроение, 1972. – 240 с.
6. Тимошенко С.П. Теория упругости / С.П. Тимошенко, Дж. Гудьер /Пер. с англ. М.И. Рейтмана; Под ред. Г.С. Шапиро. – М.: Наука, 1975. – 576 с.
7. Пономарев С.Д. Расчеты на прочность в машиностроении. – М.: Машгиз, 1958. – Т.2. – С. 487-544.
8. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций / Под ред. Э.И. Григoluка. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
9. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справ. / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
10. Лавендел Э.Э. Расчёт резинотехнических изделий. – М.: Машиностроение, 1976. – 232 с.

Получено 24.07.2014

УДК 621.74.745

В.Н. Волков

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

М.С. Зудова, Н.Т. Жексембинова

АО «Востокмашзавод», Усть-Каменогорск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОНИ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ ИЗ СТАЛИ 110Г13Л В ПОЛУКОКИЛЬ

В настоящее время брони конусных дробилок во многих литейных цехах изготавливаются по технологии, представленной на рис. 1.

На поддон (1), имеющий направляющие каналы для литниковой системы, в центре устанавливают четырёхходовую звёздочку С-16 (2). Затем набирают четыре литниковых хода (3) из кирпича С-33. Длину литниковых ходов подбирают набором разной длины кирпичей в зависимости от диаметра брони конусной дробилки. По торцам литниковых систем устанавливают концевые кирпичи С-40. Огнеупорные кирпичи набирают на растворе мертеля или белой глины. Все пустоты засыпают сухим песком или просеянной горелой землёй. На поддон устанавливают металлическую модель (4). Далее набирают футеровку стояка (5) из трубок центровых С-5. Затем в гнезде поддона устанавливают литые «облегчения» (6) с целью экономии формовочной смеси. Из жидкостекольной формовочной смеси (ЖСС) изготавливают внутренний стержень («болван») (7). Потом на

поддон устанавливают наружную опоку (8), и пространство между моделью и опокой набивают формовочной смесью. Внутреннюю и наружную части металлической модели красят пастой из керосина с серебристым графитом для лучшего снятия её и наружной опоки с формовочной смесью при разборе формы. Далее на наружную опоку, модель, «болван» устанавливают верхнюю опоку (9) с моделями прибылей (10), набивается формовочная смесь и устанавливается заливочная воронка (11).

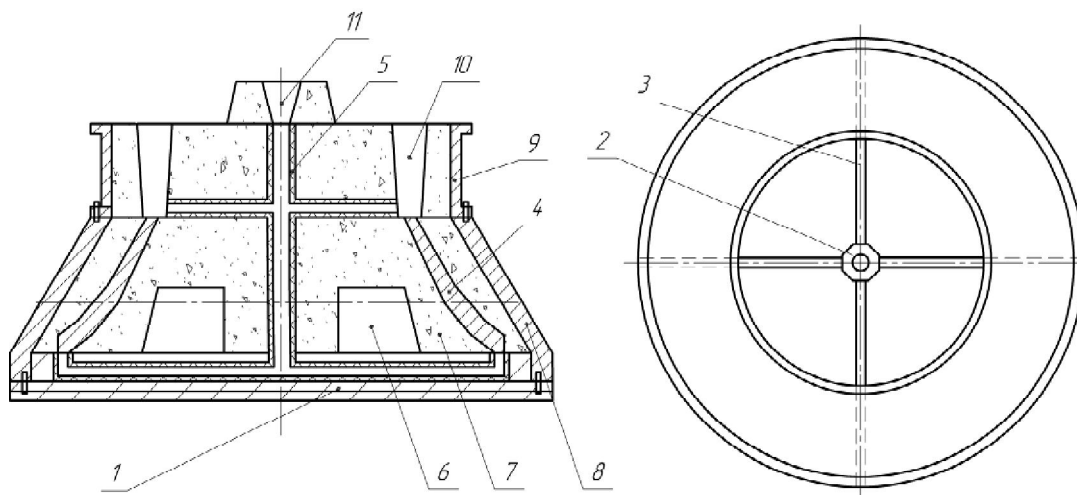


Рисунок 1 - Существующая технология

После затвердевания смеси форму разбирают на верхнюю (9) и наружную (8) опоки. Снимают модель (4). Формовочную смесь опок и «болван» (7) отделяют, красят противопожарной огнеупорной краской и форму вновь собирают под заливку.

Недостатки данной технологии:

- значительный расход песка и формовочной глины;
- повышенное выделение вредных газов в атмосферу цеха;
- противоестественная заливка формы жидким расплавленным металлом, т.к. в прибылях заливается «холодная» сталь и плохо подпитывает отливку;
- отливка брони конусной дробилки в земляной форме охлаждается относительно медленно. В результате увеличивается размер зерна и карбидный балл, образуются усадочные раковины и рыхлоты по высоте отливки, снижаются все механические свойства и эксплуатационные характеристики в процессе дробления руды. Бронь конусной дробилки быстро изнашивается;

- оснастка (опоки, поддон, модель), площади ручного плаца задействуются в технологическом процессе значительное время из-за медленного охлаждения отливки в земле, что снижает производительность труда и съём продукции с одного квадратного метра.

Для лучшей кристаллизации металла и повышения качества отливки предложена и опробована технология заливки брони № 1280.07.309 с изменённым подводом металла на уровне 250-350 мм от низа модели (рис. 2).

Жидкий металл подводится в форму с помощью четырёхручьевой литниковой системы на высоте 250-350 мм от низа формы (отливки) тангенциально под углом $30\div 45^\circ$.

Сначала металл течёт сверху вниз, заполняя нижнюю часть литейной формы, где уже начинает кристаллизоваться в процессе заливки. Далее жидкий металл заполняет верх-

нюю часть формы, подпитывая уже кристаллизующийся металл нижней части брони конусной дробилки.

Металл становится плотнее, уменьшается усадочная рыхлота. Об уменьшении усадочных рыхлот и повышении плотности металла свидетельствует вес отливки брони конусной дробилки.

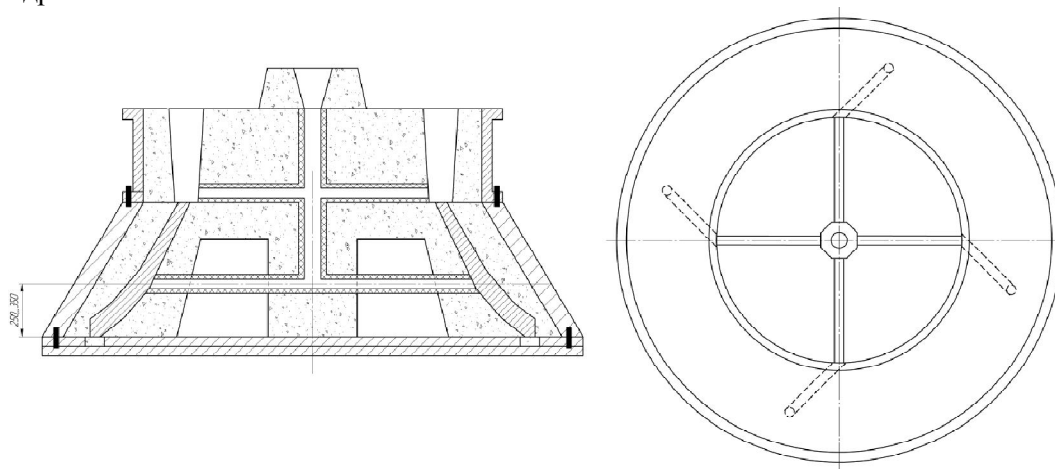


Рисунок 2 – Предложенная и опробованная технология заливки

Залито две опытных отливки броней. Их веса составили 1912 кг и 1910 кг. Вес стандартных отливок брони № 1280.07.309 – 1 844 кг. Разница в весе - $66 \div 68$ кг. Удельный вес жидкого металла при температуре заливки $\sim 1470^\circ\text{C}$ - $7,0 \text{ кг/дм}^3$, т.е. дополнительно в литейную форму заливается $\sim 9,5 \text{ дм}^3$ жидкого металла, что составляет около 3,55 % объёма отливки. Видно, что объём усадочных рыхлот уменьшен на 3,55 %. Брони отправлены заказчику для испытаний в промышленных условиях.

Для дальнейшего устранения перечисленных недостатков и с целью экономии материалов, повышения качества продукции, производительности труда, улучшения экологии в литейном цехе АО «ВКМЗ» совместно с работниками кафедры МиТКМ ВКГТУ разработана и предложена к внедрению прогрессивная технология изготовления брони конусных дробилок в полукокиль. Она заключается в следующем (рис. 3).

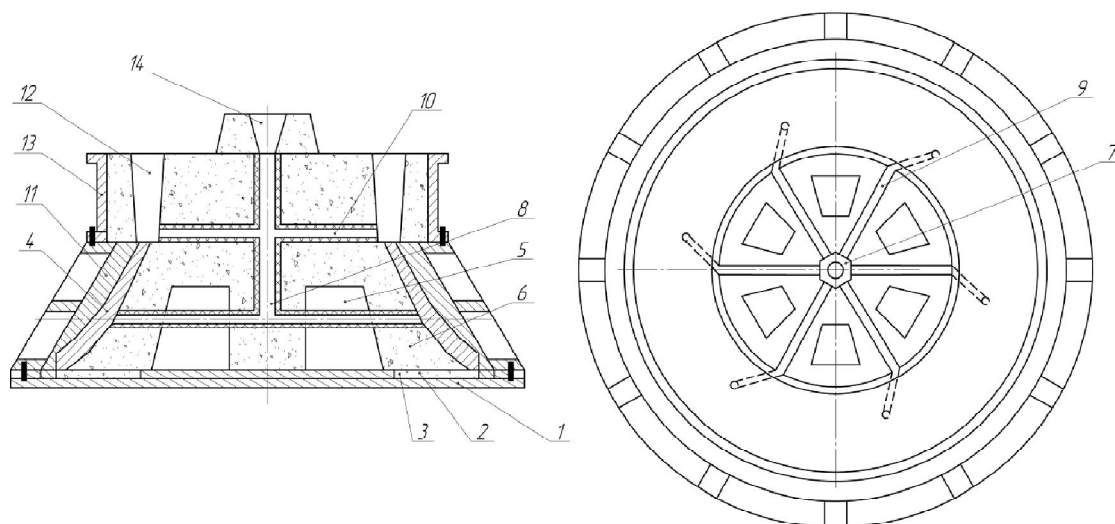


Рисунок 3 – Прогрессивная технология заливки

На стальной поддон (1) устанавливается металлическое кольцо (2) и набивается кольцевая подушка (3) из ЖСС толщиной 50 мм и шириной 300 мм. Затем по направляющим штырям устанавливается модель брони (4), внутренняя часть которой покрашена серебристым графитом для свободного её снятия при разборке формы. В это же время устанавливается шесть облегчений (5) для экономии формовочной смеси. Далее набивается 250-350 мм «болвана» (6), устанавливается шестиходовая звёздочка С-26 (7) с центральной трубкой С-8 (8) и набирается 6 ручьёв из пролётного кирпича С-33 (9) на растворе мертеля или белой глины. Затем продолжается набивка «болвана» (6) из ЖСС на высоту 250-350 мм и выкладывается верхняя 6-ходовая литниковая система (10) для подвода «горячего» металла в прибыли. Длину литниковых ходов подбирают набором разной длины кирпичей в зависимости от диаметра брони конусной дробилки. Набивка «болвана» (6) заканчивается выравниванием формовочной смеси по высоте брони. Затем по направляющим штырям на поддон устанавливается кокиль (11), изготовленный из стали 15. Кокиль предварительно механически обрабатывается по торцевым плоскостям спаривания и внутренней поверхности по профилю модели с заданной шероховатостью Ra50. В двенадцати местах длительного подвода жидкой стали 110Г13Л кокиль напыляется корундом (Al_2O_3) с помощью плазменной горелки для исключения приваривания к отливке. Потом вся внутренняя поверхность кокиля красится быстросохнущей огнеупорной краской на основе хромагнетизита или корунда.

На кокиль, модель и «болван» устанавливается верхняя опока по спаривающим штырям кокиля, шесть моделей прибылей (12) в местах подвода металла верхней литниковой системы и трубка центровая С-4. ЖСС уплотняется в верхней опоке (13) и выравнивается. Затем в круглой опоке устанавливается заливочная воронка С-4 (14), засыпается и уплотняется ЖСС. Между поддоном, «болваном», кокилем, верхней и круглой опоками наносится тонкий слой серебристого графита, чтобы смеси не слиплись между собой. После затвердевания формовочной смеси литейную форму разбирают для отделки верхней опоки, кокиля, «болвана» и извлечения модели брони. Рабочие поверхности верхней опоки, кокиля, «болвана», кольцевой подушки, соприкасающиеся с жидким металлом, после снятия модели красят быстросохнущей огнеупорной краской, проявляют и форму вновь собирают и подогревают горящим газом, который подводится через разливочную

воронку в стояк, литниковую систему к кокилю и «болвану», которые нагреваются перед заливкой до 150-200 °С.

Предложенная технология отличается от существующей тем, что в ней предусмотрены прогрессивные технологические решения:

1. Нижний ряд литниковой системы выполнен шестиходовым вместо четырёхходового и поднят на 250-300 мм от низа отливки, что позволит в первую очередь заполнить нижнюю часть формы, которая в процессе заливки будет кристаллизоваться. Вес отливки, плотность металла увеличатся.

2. Второй ярус шестиходовой литниковой системы предусмотрен для ускорения заливки формы и подачи «горячего» металла в шесть прибылей, которые, несомненно, будут хорошо подпитывать тело отливки, что позволит устранить усадочные раковины, рыхлоты и повысить качество отливки.

3. Стальной кокиль для оформления наружной поверхности брони конуса предложен с целью экономии формовочной смеси ЖСС, ускоренной кристаллизации с измельчением зерна, уменьшения карбидного балла, устранения усадочных рыхлот, повышения качества продукции и производительности труда, уменьшения вредных выбросов в атмосферу цеха.

4. Внутренняя часть кокиля в двенадцати местах длительного подвода жидкого металла напыляется с помощью плазменной горелки корундом или двуокисью циркония, чтобы отливки не приварились к кокилю. Затем кокиль красится огнеупорной быстросохнущей краской.

5. Литейная форма до заливки расплавленного металла подогревается до температуры 150-120 °С, что позволит увеличить срок службы кокиля, снизить температуру заливаемой стали 110Г13Л до 1420-1430 °С. В результате чего зерно металла ещё больше измельчится, снизится карбидный балл, исчезнут усадочные рыхлоты, повысится качество отливки и производительность труда.

В связи с тем, что внедрение прогрессивного технологического процесса связано с эксплуатацией новой оснастки, рекомендуется:

1. После заливки пяти броней проводить проверку внутреннего контура кокиля специальным шаблоном для выявления коробления.

2. Все залитые брони до термической обработки отделу технического контроля и центральной заводской лаборатории проверять на наличие трещин снаружи и внутри литой заготовки.

3. Тщательно проверять напыления и покраску кокиля перед заливкой.

4. Согласно ГОСТ 977-88 приёмку марганцовистой литейной броней конусных и щёковых дробилок, производят с учётом анализов балла зерна, карбидного балла, механических свойств и химического состава стали 110Г13Л. ОТК завода необходимо тяжёлые отливки принимать с учётом температуры заливки и времени подпитки и заливать отдельной плавкой, чтобы не было мелкого литья.

Список литературы

1. Волков В.Н. Производство высокомарганцовистой стали Г13Л. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2001.
2. Технология формовки брони / АО «ВКМЗ»

Получено 20.08.2014

М.В. Дудкин, А.В. Вавилов, А.И. Ким, С.Н. Фадеев

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

Одной из актуальных проблем в зимний период в умеренном климатическом поясе является борьба с обледенением на автодорогах и тротуарах. В настоящее время существует несколько методов борьбы с наледью: распределение химических реагентов, механическое скалывание льда и уплотненного снега. Для скалывания снежно-ледяного образования на поверхности тротуаров и дорог сейчас применяются машины с рабочим органом в виде отвала и ручные ударные инструменты. При этом машины с отвалом легко могут повредить дорожное покрытие и, являясь крупногабаритными, не могут обеспечить необходимую качественную уборку от снежно-ледяного образования на тротуарах и в труднодоступных местах. Ручные ударные инструменты требуют непосредственной физической силы человека и поэтому являются неэффективными из-за низкой производительности. Таким образом, актуальность разрабатываемой в данной работе темы не вызывает сомнений.

Разработанный в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева ударный рабочий орган предназначен для малогабаритной самоходной установки (рис. 1), которая будет использоваться для уборки тротуаров, дорог и других труднодоступных территорий от снежно-ледяного образования[1, 2].



Рисунок 1 – Малогабаритная самоходная установка

Рабочий орган не имеет аналогов среди малогабаритной техники и позволяет разбивать лед, сохраняя целостность дорожного или иного покрытия. Обслуживать и управлять малогабаритной самоходной установкой с ударным рабочим органом может один человек. При относительно большой производительности и небольшом потреблении топлива, малогабаритная самоходная установка с ударным рабочим органом является хорошим вариантом для использования как в частном, так и в коммунальном хозяйстве.

Рабочий орган (рис. 2) работает следующим образом. Вращаясь и двигаясь вместе с базовой машиной со скоростью $v = 1$ км/ч вдоль очищаемой поверхности, ударный ротор, представляющий собой конструкцию из дисков, между которыми на расстоянии 15 мм расположены молотки с габаритными размерами: длина - 65 мм, ширина - 30 мм, толщина - 10 мм, и массой - 0,292 кг, разрушает снежно-ледяной покров, оставляя нетронутым асфальтобетонное или иное покрытие.

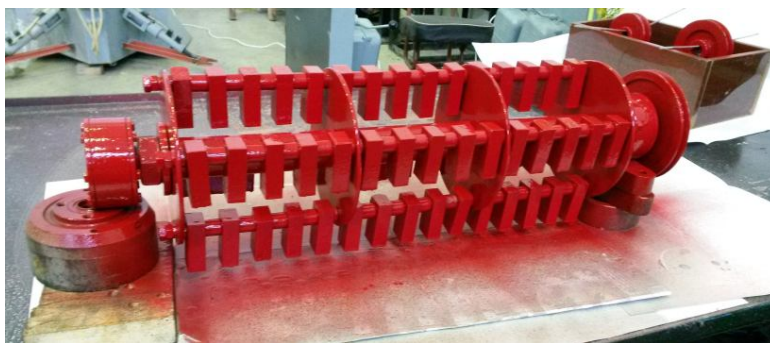


Рисунок 2 – Рабочий орган ударного действия

При вращении ударного ротора с угловой скоростью молотки (установленные на оси на посадке с зазором) совершают ударное воздействие с силой удара $F=28$ Н на поверхность ледяного или уплотненно-снежного образования, что приводит к разрушению этого образования за счёт превышения прочности льда на сжатие силой инерции молотка, причем силу инерции молотка, необходимую для разрушения, получаем за счет вращения массы молотка и угловой скорости движения ударного ротора. Количество молотков в ряду - 12, количество рядов по оси вращения - 4. Расположение молотков один возле другого обеспечивает разрушение слоя снежно-ледяного образования по всей ширине тротуара или дороги в несколько проходов. При изменении скорости вращения ударного ротора и скорости перемещения его вдоль очищаемой поверхности регулируется качество и степень очистки.

Также молоток может иметь различные формы (рис. 3) в зависимости от эффективности их работы при разных условиях снежно-ледяного образования, для которого будет применен рабочий орган ударного действия (плотность, толщина образования и т.д.).

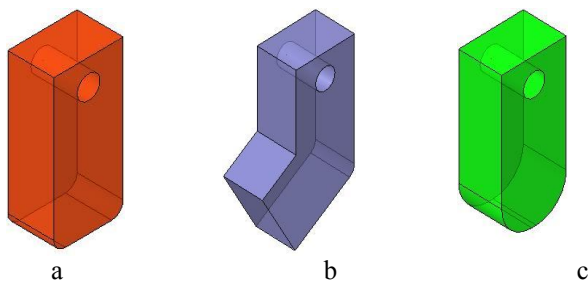


Рисунок 3 – Виды молотков для разрушения: а) льда; б) льда с большей толщиной покрытия; в) уплотненного снега

Прочность льда при сжатии составляет $\sigma_{сж}=0,18...0,19$ МПа, чтобы вычислить геометрические размеры кулачка, воспользуемся обратным расчетом, то есть, чтобы достигнуть

необходимого разрушающего усилия, должно выполняться условие: давление (P , Па) кулачка на разрушаемый лёд (рис. 4) должно быть больше или равно прочности льда при сжатии $P \geq \sigma_{сж}$. Известно, что прочность асфальта на сжатие составляет 4 МПа, прочность льда на сжатие - 0,2 МПа.

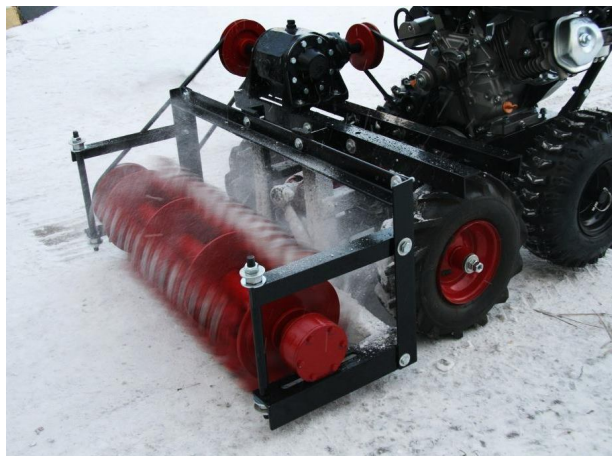


Рисунок 4 – Процесс разрушения снежно-ледяных образований

Важнейшим параметром, характеризующим процесс удаления льда с поверхности автомобильных дорог, является величина затрат энергии на осуществление данного процесса. В связи с тем, что крутящий момент и усилие подачи за один оборот рабочего органа изменяются с постоянной амплитудой и периодом колебаний от минимальных до максимальных значений каждый, а расчёт мощности ведётся исходя из максимальных усилий, действующих на рабочий орган, и которые практически не зависят в данном случае от угла поворота рабочего органа, то выражение для определения данного параметра примет вид:

$$N_c = v_n P_m + \omega M_r, \quad (1)$$

где v_n - скорость подачи; ω - угловая скорость; M_r - крутящий момент; P_m - сила подачи.

Таким образом, мощность, затрачиваемая на разрушение удаляемой среды, может быть определена как произведение крутящего момента на скорость вращения рабочего органа ударного действия, а мощность, затрачиваемая на создание тягового усилия, - как произведение скорости движения машины на величину этой силы. Так как максимальные значения величин подачи P_m и крутящего момента возникают для M_r в момент удара, а для M_r при срезании удаляемой среды с очищаемой поверхности, то выражение (1) можно представить в виде:

$$N_c = v_n [n_n P_i \cos \varphi] + \omega [n_n (P_{cut} + P_f) (S' - y_k + L_s)], \quad (2)$$

где P_i - ударная сила; n_n - число бойков в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения; φ - угол взаимодействия бойка с ледяной поверхностью; P_{cut} - сила резания; P_f - сила трения; S' - расстояние от места крепления к приводному цилиндру до точки крепления бойка; y_k - предварительная деформация бойка; L_s - расстояние от ударной кромки до центра тяжести бойка;

Приближённый расчёт мощности разработки показывает (рис. 5, 6), что во время уборки территорий от льда специальным рабочим органом ударного действия 6 % мощности машины тратится на перемещение и 94 % - на разрушение льда, т.е. мощность, за-

трачиваемая на перемещение машины с рабочим органом, также зависит от параметров разработки льда.

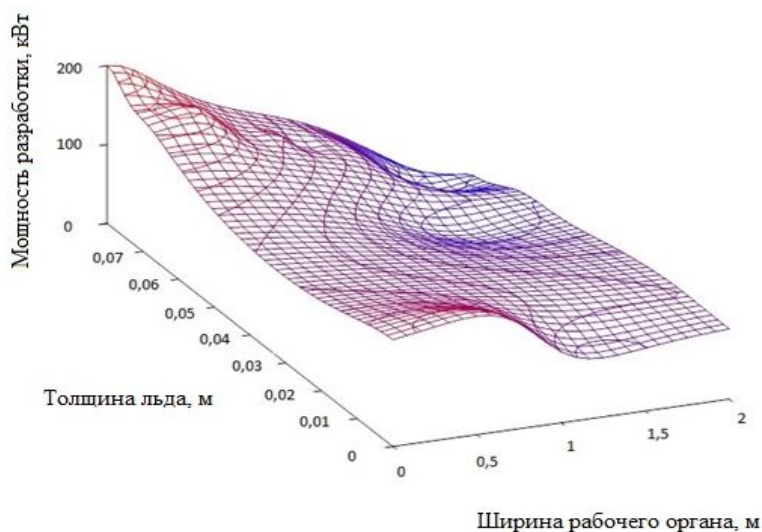


Рисунок 5 - Зависимость изменения мощности разработки льда от его толщины и ширины рабочего органа

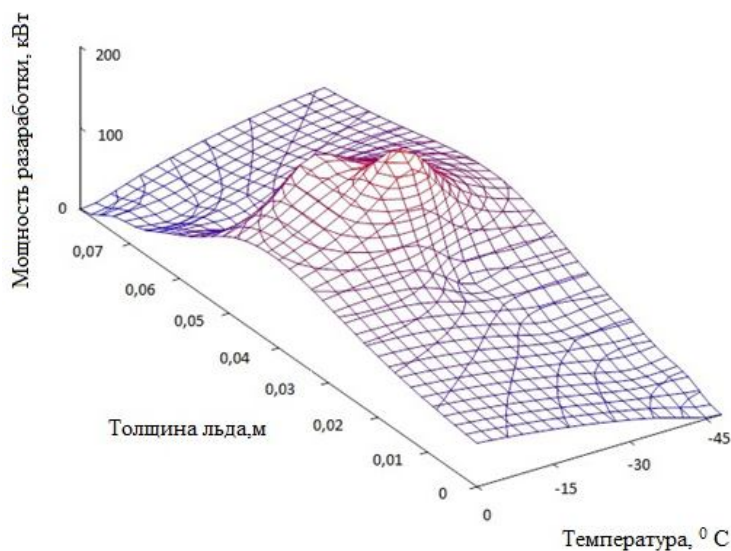


Рисунок 6 - Зависимость изменения мощности разработки льда от его толщины и температуры окружающего воздуха

Кафедра ТМиО продолжает теоретические исследования по теме проекта: исследуются вопросы модернизации рабочего органа с целью повышения эффективности разрушения уплотненного снега и льда и качества очистки дорожных покрытий, исключая повреждения дорожного покрытия в процессе очистки (рис. 7).

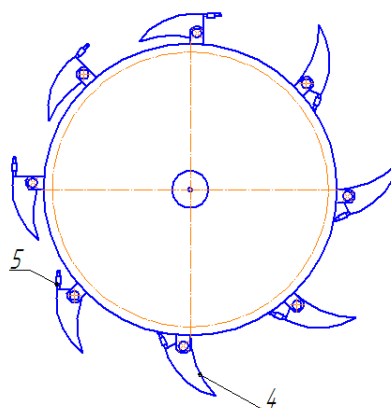


Рисунок 7 - Схема модернизированного рабочего органа

Технический результат от использования модернизированного рабочего органа заключается в совмещении разных видов воздействия на разрушаемый снежно-ледяной слой, снижении энергоемкости процесса разрушения, повышении степени очистки дорожного покрытия от льда. В настоящее время предложен новый, уже запатентованный рабочий орган для разрушения льда на автодорогах, содержащий смонтированный на оси барабан с кулачками, которые шарнирно прикреплены к барабану и снабжены устройствами, позволяющими устанавливать их под необходимым углом к разрушаемой поверхности. Предлагаемая конструкция рабочего органа машины для разрушения льда на автодорогах совмещает разные виды воздействия на разрушаемый снежно-ледяной слой, при этом повышается эффективность разрушения уплотненного снега и льда, качество очистки дорожных покрытий, также исключается возможность повреждения дорожного покрытия в процессе очистки и снижается энергоемкость процесса разрушения.

С конструктивно-технологической точки зрения рассматриваемая механическая система представляет собой стальной вращающийся цилиндрический барабан (рис. 8), на наружной поверхности которого равномерно расположены шарнирно-подвижные, одной стороной упирающиеся в барабан рабочие элементы (кулачки), имеющие скалывающую часть в форме клиновидного резца. В момент касания заостренным лезвием кулачка поверхности льда начинается его локальная деформация h и разрушение.

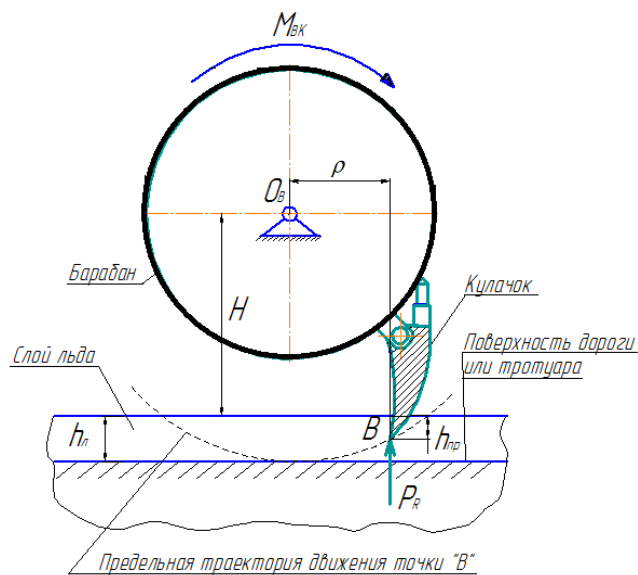


Рисунок 8

В данной научно-практической работе предложена расчетно-теоретическая модель математического описания исследуемого изотермического процесса. Ее основой являются: 1) фундаментальное решение известной двумерной статической задачи теории пластичности (плоская деформация) о вертикальном внедрении без учета трения твердого клина с углом раствора 2γ и толщиной $b = \text{const}$ в жестко-пластическую однородную изотропную среду, ограниченную плоскостью [3] (рис. 9);

2) перечисленные ниже классические допущения, предпосылки и аналитические зависимости:

- барабан вращается со скоростью $n = \text{const}$ (об/мин) и передает на несущий вал внешний крутящий момент M_{BK} (Н·м) [2] (рис. 8)

$$M_{BK} = \frac{9550 \cdot W_M}{n} = P_R \cdot \rho, \quad (3)$$

где W_M - мощность силового привода (кВт), необходимая для вдавливания в лед одного кулачка; P_R , ρ - соответственно реактивная сосредоточенная нагрузка, уравнивающая M_{BK} , и кратчайшее расстояние до линии ее действия от точки O_B ;

- между осью симметрии клина и поверхностью полупространства - угол 90° , который не изменяется при пластическом деформировании среды до максимально допустимой (предельной) глубины h_{np} вдавливания кулачка, регламентируемой толщиной слоя льда h_l и геометрическим условием (рис. 8)

$$\sqrt{(H + h_{np})^2 + \rho^2} - H = h_l, \quad (4)$$

ограничивающим траекторию перемещения режущей кромки клина по круговой кривой радиусом $H + h_l = \text{const}$ и обеспечивающим сохранность поверхности материала автомобильной дороги или тротуара;

- все комплектующие детали машины - абсолютно твердые и неразрушимые;
- опора O_B вала барабана считается неподвижной при погружении кулачка в лед, что

возможно осуществить, если собственный вес машины $G_M \geq P_R \cdot n_K$ (где n_K - количество кулачков, одновременно скалывающих лед) либо в случае, когда вся конструкция надежно крепится к транспортному средству с массой, превышающей $P_R \cdot n_K$;

- жестко-пластическая среда (лед) выдавливается по обе стороны клина (рис. 9), а ее граничная линия AC с достаточной точностью аппроксимируется прямой [1]

$$AC = AB = \ell = h[\cos \gamma - \sin(\gamma - \varphi)]^{-1}, \quad 0 \leq h \leq h_{np}, \quad (5)$$

где φ - угловой параметр, характеризующий размер секториальной части области ABC пластического состояния льда и определяемый методом подбора из трансцендентного уравнения

$$\varphi + \arccos \operatorname{tg}(0,25\pi - 0,5\varphi) = 2\gamma \quad (6)$$

или по графику функции $\gamma = \gamma(\varphi)$;

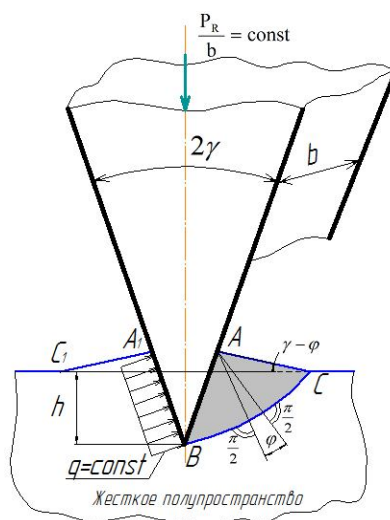


Рисунок 9

- контактное давление q , равное наибольшему по модулю главному сжимающему напряжению $\sigma_3 < 0$ в слое льда, постоянно вдоль линий AB , A_1B расчетной схемы (рис. 9) и связано с равномерно распределенным по толщине клина b эксплуатационным усилием $P_R \cdot b^{-1} = \text{const}$ соотношениями [3]:

$$P_R \cdot b^{-1} = 2 \cdot q \cdot l \cdot \sin \gamma, \quad q = |\sigma_3| = 2 \cdot \sigma_T (1 + \varphi) \cdot 3^{-0,5}, \quad (7)$$

где σ_T - предел текучести льда, составляющий, согласно источнику [5], 55 % ÷ 65 % от временного сопротивления $\sigma_{вс}$, то есть

$$\sigma_T = (0,55 \div 0,65) \sigma_{вс}. \quad (8)$$

Разработанная физико-математическая модель позволяет оптимизировать конструкцию ледоскалывающей машины с целью повышения эффективности ее работы на этапе проектирования путем регулирования и подбора рациональных механико-геометрических характеристик W_M , n , P_R , ρ , H , b , γ , q по заданным значениям глубины внедре-

ния кулачка $h = h_{\text{пр}} < h_{\text{л}}$, прочности льда $\sigma_{\text{лс}}$ и его толщины $h_{\text{л}}$.

Анализ известных устройств и рабочих органов для скалывания льда и уплотненного снега показал, что наилучшим универсальным средством, скалывающим лед и не разрушающим очищаемое покрытие, будет рабочий орган, разбивающий лед инерционными билами, кинетической энергии которых не хватит, чтобы разбивать асфальт.

В результате экспериментальных исследований определены наиболее рациональные параметры конструкции рабочего органа для скалывания льда. Рассчитаны основные параметры рабочего органа для скалывания льда, результаты которых показали, что требуемая мощность прямо зависит от крутящего момента, который, в свою очередь, зависит от расстояния центра тяжести кулачка до оси. Чем меньше это расстояние, тем меньше необходимая нагрузка на кулачок. Сравнение теоретических и экспериментальных данных показало отличную сходимость результатов и не превысило 10 %.

Список литературы

1. Инновационный пат. РК № 23190 // А.с. РК №66026. МПК E01H 5/12. Заявитель и патентообладатель – ВКГТУ им. Д. Серикбаева. Рабочий орган для разрушения льда на автодорогах / М.В. Дудкин, Г.А. Гурьянов, А.В. Смурыгин. – № 009/1307.1; Оpubл. 15.11.2010, Бюл. № 113.
2. Инновационный пат. РК 23189 // А.с. РК № 66022. МПК E01H 5/12. Рабочий орган для разрушения льда на автодорогах / М.В. Дудкин, Г.А. Гурьянов, Р.С. Емельянов, М. Рахимбердинова. – Оpubл. 15.11.2010, Бюл. № 11.
3. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1969. – 420 с.
4. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1965. – 856 с.
5. Лобанов В.А. Моделирование льда в задачах с конечноэлементной постановкой // Электронный журнал «Дифференциальные уравнения и процессы управления» (ISSN1817-2172). – 2008. – № 1. – Россия, Нижний Новгород. – С. 32-46.

Получено 5.08.2014

УДК 623.437.4

В.М. Зуев

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В МИРЕ И В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

В 1905 году уроженец Бельгии Генри Пайпер изобрел и запатентовал гибридную схему для авто, использующую вместе с бензиновым мотором электромотор. Реально созданное и передвигающееся гибридное устройство (Lohner Electric Chaise) было создано немцем Фердинандом Порше, оно приводилось в движение несколькими электрическими моторами и двигателем внутреннего сгорания, объединенным с генератором, производившим электричество.

Позднее более дешевые классические авто и конвейерная система Генри Форда вытеснили нововведения конструкторов, а гибридные авто стали только экспонатами музеев. Но постоянный рост цен на нефть и газ в 70-е годы двадцатого века, а также усиление требований к экологическим характеристикам автомобилей вынудили разработчиков снова заняться разработками экологичного и экономичного средства передвижения. Тут-то и понадобились давно забытые идеи конструкторов гибридных авто. В это время в за-

падной Германии появились европейские гибридные автомобили производства «Volkswagen». В 90-е годы концерн «Toyota» также серьезно занялся разработкой максимально экономичных автомобилей с низкими показателями загрязнения окружающей среды. В 1997 году на японском рынке появилась первая гибридная машина Toyota Prius. По версии журнала «Forbes» Toyota Prius входит в десятку автомобилей, изменивших мир и самых продаваемых гибридных автомобилей в мире. Только за год компания продала более 20 тысяч таких автомобилей, а по итогам 2013 года - было реализовано 374 тысячи.

В моде на гибриды даже есть своя доля патриотизма, скрытая под капотом универсальной покупки, позволяющей экономить. Однако в каждой стране к машинам с электродвигателями относятся по-разному. Возьмем, к примеру, американцев. У них имеется своя точка зрения на экологию их государства и мира в целом. Сейчас в стране действуют серьезные экологические нормы, которые стимулируют разработчиков автомобилей делать безопасные машины и распространять их не только в масштабах государства, но и мира в целом. Еще не так давно новое, неизведанное пугало американцев. Несколько лет назад, когда на рынке страны появились первые Toyota Prius, большинство жителей США относились к ним с опаской. Кто-то остерегался непредвиденных поломок и затрат, кого-то смущала еще ничем не оправданная дороговизна. Тем не менее, сегодня в Соединенных Штатах продается больше гибридных авто, чем где-либо в мире, по улицам колесят гибридные купе, внедорожники и даже автобусы не только от японских разработчиков, но и родных «General Motors», «Ford». Популярностью пользуются мощные и большие машины, такие, как Mercury Mariner.

Европейский рынок вступил в век гибридизации немного иначе. Дело в том, что на дорогах стран Старого Света очень распространены автомобили с дизельными двигателями. Вместо огромных и прожорливых американских «вездеходов» здесь колесят экономные малолитражки, которым преимущества гибридизации, казалось бы, и не нужны вовсе. Зачем европейцу переплачивать за дорогой бензиново-электрический агрегат и ломать голову в поисках сети сервисных центров? Но так думает лишь определенное число владельцев авто. По данным компании «Toyota», в последнее время все большее количество состоятельных людей готовы стать владельцами машин с бензиново-электрическим приводом. Нельзя не отметить грамотный ход маркетологов японской компании, которые помимо семейных и слегка простоватых Prius пустили на дороги Европы красивые и статусные гибридные авто Lexus. Так что, можно ждать подобных ходов от автопроизводителей разных стран с целью еще более популяризировать гибриды.

Гибридные автомобили не однотипны. Полными гибридами (Full Hybrid) называют автомобили, в которых используется последовательно-параллельная схема в составе двигателя внутреннего сгорания (ДВС), генератора и электродвигателя. В зависимости от условий движения электродвигатель может работать без участия ДВС при наличии блока аккумуляторных батарей, возможна совместная работа и бензинового, и электрического двигателя. ДВС также может функционировать и без участия электродвигателя, при этом подзаряжается блок аккумуляторных батарей. Упрощенно принцип движения автомобиля-гибрида можно представить так: двигатель внутреннего сгорания приводит в действие генератор, который питает блок аккумуляторных батарей; аккумуляторные батареи питают электродвигатель; электродвигатель приводит в движение колёса. Аккумуляторные батареи накапливают энергию для работы электродвигателя. Таким образом, автомобиль может некоторое время двигаться без участия двигателя внутреннего сгорания. Аккумуля-

ляторные батареи в гибридных автомобилях подзаряжаются также с помощью системы рекуперативного торможения.

Существует и такой тип, как умеренные гибриды (Mild Hybrid). Их принцип действия основан на параллельной схеме работы электродвигателя и ДВС, при которой оба двигателя могут функционировать как самостоятельно, так и совместно, также разрабатываются серийные легковые автомобили с последовательной гибридной схемой, они называются Plug-in Hybrid (подключаемый гибрид).

Будущее гибридных легковых автомобилей в Казахстане определяется факторами как сходными с общемировыми, так и специфическими. Преимущества гибридов, которые определяют положительную динамику рынка, следующие:

- экономичность в городском режиме движения: экономия составляет от 15 до 40 % топлива в условиях частых стартов и торможений. Экономичность определяется использованием менее мощного ДВС, чем в обычном автомобиле;
- возможность двигаться только с помощью электродвигателя;
- рекуперативное торможение;
- объём вредных выбросов при эксплуатации гибридных автомобилей на 30 % меньше, в сравнении с автомобилями с ДВС.

Электромобили заведомо проходят любые тесты по экологическим нормативам для автотранспорта, включая всё более и более ужесточённые в будущем.

В ряде стран, в которых транспортный налог взимается с учётом объёма вредных выбросов, владельцы гибридных автомобилей имеют налоговые преимущества и льготы. В то же время, для гибридных автомобилей характерен ряд серьёзных недостатков как с точки зрения производителя и продавца, так и потребителя:

- гибридные автомобили технологически сложнее обычных, что сказывается на цене ремонта и запчастей;
- существенная поломка может привести к отказу от пользования гибридным автомобилем в принципе;
- слаборазвитая сеть специализированных станций для подзарядки, дозаправки и сервиса;
- сложности использования аккумуляторных батарей - вес, транспортировка, подзарядка и др.;
- вероятность поражения электротоком водителя и пассажиров в случае ДТП.

В обозримом будущем возможен дефицит редких материалов, используемых в производстве высокотехнологичных электрогенераторных узлов. В настоящее время гибридный автомобиль обходится покупателю существенно дороже, чем обычный с ДВС, причём ценовая разница между ними выше, чем за рубежом. Поэтому определённая популярность гибридных автомобилей на авторынке характерна пока лишь для премиального сегмента.

В то же время дефицит углеводородного топлива не тревожит наших автомобилистов настолько сильно, как, например, западноевропейцев. Как следствие, в Казахстане есть некоторое количество покупателей гибридных автомобилей - очень небольшое по сравнению с покупателями традиционных автомобилей, но достаточное для того, чтобы зарубежные автопроизводители ввозили в страну на продажу новые модели гибридных автомобилей.

С середины 1990-х годов в ряде развитых зарубежных стран на общегосударственном или городском уровне была осуществлена так называемая «Зелёная налоговая реформа»,

в результате которой владельцы гибридных автомобилей получили заметные налоговые льготы. Так, в Лондоне они освобождены от уплаты годовой пошлины в £2 тыс. В Ирландии для легковых гибридов наполовину снижена ставка ежегодного регистрационного сбора, это около €2,5 тыс.

В Казахстане покупать гибридное авто или электромобили пока невыгодно, так как государство никоим образом не поощряет использование подобных автомобилей. И это действительно странно! Когда человек покупает гибрид, он изначально платит больше. Так как машина сложнее, то он будет вынужден сталкиваться с более сложным ремонтом. Но в отличие от стран запада, где субсидии на гибриды и на электромобили составляют до пяти тысяч евро на каждое авто, у нас в стране такого нет. В Германии, к примеру, если вы покупаете гибрид, то на него снижается до минимума транспортный налог. В целом же Европа и Америка поддерживают гибриды и электромобили.

Основным преимуществом автомобилей на альтернативном топливе, в частности гибридов и электромобилей, является экономия на топливе и отсутствие вредных выхлопов. Эксперты отмечают, что в других странах чаще всего гибриды и электромобили закупают корпорации для своих сотрудников в целях экономии. Но в Казахстане, принимая во внимание отсутствие поддержки, а также «рваный городской ритм езды», экономия на бензине настолько мизерна, что покрыть расходы на такой автомобиль невозможно. Помимо этого, в Казахстане владельцы гибридов и электромобилей могут столкнуться с неудобством в их эксплуатации, и чтобы такое авто было эффективным и позволяло экономить, нужна хорошая сеть электрозаправок. Хорошо, если ваш электромобиль вы можете заправить в частном доме, но от обычных розеток (220 вольт) он заправляется очень долго, а специальных трехфазных розеток практически нет нигде. В налоговом департаменте Алматы уточнили, что на сегодняшний день вопрос о том, чтобы уменьшить сумму транспортного налога для автомобилей, которые работают на альтернативном топливе или мало потребляют ГСМ и, следовательно, меньше загрязняют воздух, не рассматривался. В перспективе, если количество гибридов и электромобилей возрастет, то, возможно, будет создан новый регламент и механизм расчета налога на транспорт будет пересмотрен.

Между тем, в департаменте бюджетной и налогово-таможенной политики Министерства экономического развития и торговли Казахстана уточнили, что на сегодняшний день налог на транспорт рассчитывается в месячных расчетных показателях, исходя из объема двигателя и загрязнения - неосновная причина расчета транспортного налога. Факторы потребления ГСМ и загрязнения атмосферы тоже сюда входят, но в основном считается, что чем больше объем двигателя, тем более дорогое у вас авто. Это, так называемый, «налог на роскошь». Однако в министерстве также отметили, что к ним уже обращались владельцы гибридов с вопросом: «Мое авто меньше загрязняет атмосферу, так почему я должен платить как все?», но пока изменений в налоговой политике не предвидится.

По мнению главы департамента энергетики и окружающей среды Республики Казахстан Станислава Кима владельцам более «экологически дружелюбных» транспортных средств необходимо давать преференции. Это могут быть низкие налоговые ставки, сниженные таможенные пошлины, а также льготные условия страхования и преференции при техосмотре. Эксперт считает, что необходимо создать все предпосылки для того, чтобы люди были заинтересованы в приобретении экологически чистых видов авто. «В других странах люди покупают гибриды не только по причине своей любви к экологии, но и из-за экономии. У нас стоимость бензина, условно, относительно тех рынков, с ко-

торыми мы себя сравниваем, достаточно низкая. Поэтому такой добровольный стимул - переход на гибридные авто - у наших людей еще не сформировался. Но если государство сделает такие вот льготы на гибридные авто, это в некотором смысле продвинет нас к общемировым трендам», - рассказал Ким.

С ним солидарен казахстанский независимый автомобильный эксперт Игорь Павленко. По его словам, сейчас в Казахстане нет смысла покупать гибридные авто. «На них нет никаких преференций, а стоят они, как машины премиум-класса. Поэтому в наших реалиях это просто дорогая игрушка», - отметил эксперт. В качестве примера, чтобы повысить интерес казахстанцев к экологически чистым видам транспорта, Павленко предложил ввести нулевую ставку таможенной пошлины на гибридные авто.

Более скептически к этому относится президент общественного объединения «Общая Дорога» Арсен Шакуов. По его мнению, введение льгот на гибридные авто в Казахстане – «идея хорошая», но лишь в долгосрочной перспективе. «Пока у наших автомобилистов голова забита другими заботами: качественный бензин, дороги и так далее», - сказал Шакуов. Льготы на гибридные авто - одна из самых обсуждаемых тем в Казахстане. Между тем, стоит отметить, что в утвержденном правительством плане мероприятий по реализации «Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» на 2013 - 2020 годы» об электромобилях и гибридных авто говорится не раз, поэтому стартовое производство электромобилей в Казахстане можно ожидать уже в 2016 году, т.е. эта задача, поставленная Главой государства, очень своевременная, поскольку на сегодняшний день электромобили в мире получают большое распространение. В этом направлении работают все самые крупные автомобильные компании, и, несмотря на эксперименты в области других источников энергии для ДВС, водородного транспорта, тренд гибридных автомобилей в мире очевиден. «С точки зрения создания инфраструктуры это, безусловно, процесс, требующий определенного времени. Но здесь есть достаточно серьезные перспективы - помимо экологических аспектов, это и аспекты экономии топлива и сервисного обслуживания, - убежден бизнесмен. - Задача по подготовке к ЭКСПО-2017 всей инфраструктуры и по началу производства гибридных и электромобилей вполне реализуемая».

Глава одного из крупнейших на сегодняшний день заводов (АО «АгромашХолдинг») А. Лаврентьев рассказал, что они начинают этот вопрос прорабатывать. В ближайшее время будет проведен ряд встреч, в том числе с иностранными партнерами, по вопросам как производства, так и строительства инфраструктуры для обслуживания и эксплуатации электрических автомобилей. Весь переговорный процесс, по его мнению, может занять около года, и еще год необходим для выбора модели автомобиля и установки линии производства. «Думаю, вполне реально за 2-2,5 года создать всю инфраструктуру для электромобилей. То есть в 2016 году увидеть казахстанский электромобиль – задача амбициозная, но возможная», - поведал А. Лаврентьев. Акцент в плане инфраструктуры в ближайшее время, по словам бизнесмена, особо будет сделан на крупных центральных городах, обозначенных Главой государства, а именно Алматы, Астане, Шымкенте, Актобе. Стоимость электромобиля казахстанского производства, как пояснил глава «Allur Auto», будет зависеть от бренда и производящей компании. Для этого, по его словам, предстоит изучить рыночный спрос и интерес населения к этим автомобилям. В своем Послании, озвученном 17 января 2014 года, Глава государства обратил внимание на необходимость создания условий для перевода общественного транспорта на экологически

чистые виды топлива, внедрение электромобилей и создание для них соответствующей инфраструктуры.

Список литературы

1. За рулем: Автомоб. журн. – 2014, № 5.
2. В мире науки: Науч.-информ. журн. – 2007, № 2.
3. В мире науки: Науч.-информ. журн. – 2006, № 8.
4. Иванов А.М. Основы конструкции автомобилей / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев. – М.: «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.
5. Баджинов О.В. Гибридные автомобили. Иллюстрированное руководство / О.В. Баджинов, О.П. Смирнов. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 325 с.

Получено 10.07.2014

УДК 625.8

С.Н. Қиялбай, Д.Ә. Мухаметчанова, Н.А. Бекмұратов

Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол академиясы, Алматы қ.

**ҚАЗАҚСТАН АВТОЖОЛ САЛАСЫН БАСҚАРУДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ МЕН ОНЫҢ ДАМУ
КЕЗЕҢДЕРІ: САРАПТАМАЛАР МЕН ШІКІРЛЕР**

Қазақстанның автожол саласын дамыған елдер қатарына жеткізу мәселесі елімізді дамытудың 2050 жылға дейінгі стратегиялық жоспарындағы маңызды бағыттардың бірі ретінде белгіленді. Бүгінде аталған стратегияға сәйкес қойылған міндеттерді жүзеге асыру жолында Қазақстанның автомобиль жолдарын мемлекеттік басқару жүйесін, ондағы құқықтық ұйымдастыру, кадрлық мәселе, жол құрылысы мен күтіп-баптау жұмыстары мен онда қолданылатын технологиялық материалдардың сапасын қадағалайтын арнайы мамандандырылған жүйе мәселесін қайта қарап, жетілдіру мәселесі тұр.

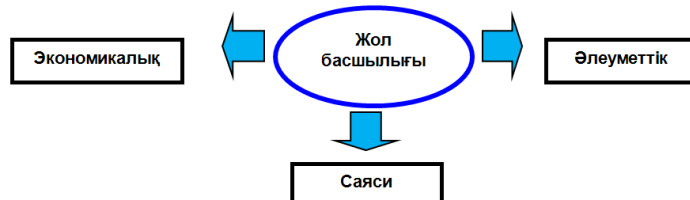
Бүгінде, әлемдік деңгейде қарайтын болсақ, автожол саласын құруда оның басқару жүйесі ең шешуші рөл атқаратындығы белгілі. Өйткені оның алыс және жақын шетелдермен интеграциялық байланысты нығайтуда экономикалық және жүк тасымалдаушылық, яғни нарықтық қатынастық маңыздылығы бірінші жоспарда тұрады. Сол себептен де еліміздегі автомобиль жолдары торабының бүгінгі және болашақтағы жағдайы жоғарыда аталған талаптарға сайып келуі көзделеді. Бұл арада қай елдің болмасын макроэкономикалық көрсеткіштері атқарушы орын алады, айталық, елдегі бюджеттік жоспар, ішкі өнімдердің көлемі, табиғи және өндірістік өнімдер көлемі, халықтың еңбекпен қамтамасыздығы және басқалар. Мысалы, Ресей Федерациясында Көлік министрлігінің Федералды жол агенттігі Ресей жол шаруашылығының әрбір кәсіптік орындарды кем дегенде 20 жұмыс орнымен қамтамасыз етуге мүмкіндік тудырады [1, 2].

Сол сияқты АҚШ федералдық экономикалық комиссиясы Американың барлық экономикалық өнеркәсіптеріндегі еңбек өнімділігін арттыруға жалпы бюджеттен ең кемі 25 % мүмкіндіктер қарастырады екен. Әлемдік даму банкінің көрсеткіштеріне сүйенетін болсақ, онда автомобиль жолдары күтілімінің жоспарлы қаржыландыруы толық орындалмауынан немесе оның басқа мақсаттарға жұмылдыруына байланысты салада туындаған шығындар күрт өсіп, елдің ағымдық экономикалық үнемділігіне өз тарапынан 2-3 еседей тежеулер туындататындығы анықталған. Төменде басқару жүйесінің шетелдік және отандық тәжірибелерін сұрыптау нәтижесінде анықталған негізгі бағыттар (инди-

каторлар) келтірілген:

1. Дамыған елдердің практикасы бойынша өндірістік-экономикалық жағдайлардың өсуіне бюджеттік жоспарлау істерінің көлемі мен оның мақсатқа сай қолданылуы автожол саласының (басқа да салаларда) мемлекеттік бағдарламасының бас механизмі болып табылады. Сондықтан *бюджеттік жоспарлау істері* автожол саласын басқарудың басты индикаторы болып табылады.

2. Жол басшылығының негізі ретінде жол шаруашылығының қоғамы маңыздылығын анықтауда және оның тиімді пайдалануында үш тиекті бағыттар анықталады (1-сурет):



1-сурет – Автожол саласын басқарудағы қаржыландыру механизмінің орындалу бағыттары

– *экономикалық бағыттың мақсаты* – өнімдер өндіру мен оларды тарату жолына көліктік құрамға қатысты шығындарды мүмкіндігінше азайту; жүк тасымалдаушылар мен жүк қабылдаушылар арасындағы бәсекелестікті нығайту; жүк пен көлік құралдарының сақталуын жетілдіру; біртұтас экономикалық кеңістік құру арқылы елдің экономикалық қауіпсіздігін жетілдіру.

– *әлеуметтік бағыттың мақсаты* – автомобиль жолдарындағы қозғалыс және экологиялық қауіпсіздіктерді сақтау; автомобиль жолдары аумағында тұратын халықтың тұрмыстық және салауаттылық өмірін нығайту.

– *саяси бағыттың мақсаты* – жағдайлы халықаралық беделдікті (имиджді) тұрақты ұстап тұру; халықаралық көліктік дәліздерді жетілдіру; әлемдік экономикамен сабақтасқан интеграциялық әрекеттерді дамыту.

3. Автожол саласын басқарудың тағы бір негізгі индикаторларының бірі – ол Қазақстанда тәуелсіз мемлекеттер достастығы (ТМД) елдерімен көліктік қатынас бағытында *интеграциялық қарым-қатынас құру*. Мұнда жүк және жолаушылар тасымалына экономикалық, әлеуметтік, саяси және өндірістік тұрғыда реттеулер жүргізіліп, автожол ауқымында инфрақұрылымдық объектілер дамытылу үстінде. Бұл арада басты мәселе автожол шаруашылығындағы өндірістік инфрақұрылымның дамуы болып табылады. Өйткені Қазақстанның Еуразия континентінде алып жатқан орны осы мәселенің кіндік тамыры болып саналады. Батыстан (Еуропа елдерінен) Шығысқа (Қытай, Монғолия, Батыс Ресей т.т.) дейін салынып жатқан «Батыс Еуропа–Батыс Қытай» автожолының Қазақстан территориясынан өтуі осы интеграциялық байланысты одан ары дамытуда орны ерекше. Сонымен қатар «Солтүстік–Оңтүстік», «Шығыс–Батыс» халықаралық көліктік дәліздер жоғарыда аталған елдер мен Қазақстан арасындағы жүкайналым көлемін өсіріп, республикамыздың нарықтағы орнын одан ары маңыздата түсуде. Осы орайға сәйкес «Батыс Қытай – Батыс Еуропа» автожолы арқылы Батыс Еуропа елдері мен Ресей, Беларусь, Қазақстан, Қытай елдерінің экономикалық байланыстылығының нығая түсетіндігін атап өткен жөн.

4. *Сапа және кадр мәселесі*. Бүгінде Қазақстан Республикасындағы автожол торабының жалпы ұзындығы 128 мың шақырымды құрайды, солардың ішінде жалпы пайдаланымдағы жолдар 85,5 мың шақырымды, ал ведомстволық жолдар 42,4 мың

шақырымды құрайды. Жалпы пайдаланымдық жолдар құрамындағы республикалық маңыздылықтағы жолдардың көлемі 23 мың шақырымға жетіп отыр, ал солардың 11,3 мың шақырымы халықаралық көліктік дәліздердің еншісінде, ал жергілікті жолдардың үлестік деңгейі 62,2 мың шақырым [1].

Сонымен қатар халықаралық көліктік дәліздерді салып, оның техникалық және пайдаланымдық сапасының әлем нормативтеріне сәйкес келуінде атқарылар істер Қазақстанда соңғы 7 жылда (2006 жылдан бастап) ерекше орын ала бастады. Бұл арада үш мәселені ерекше атаған жөн:

1) Қазақстан автожол саласында «Облжолзертханасы» мемлекеттік мекемелердің құрылуы және оның зертханалық және нормативтік базасының қайта жабдықталуы (2-сурет);



а



ә



б



в

2-сурет – Ғылыми-өндірістік зертханалар: а – «ҚазжолҒЗИ» АҚ Қарағанды жолдарындағы эксперименттері; ә – «Қызылордажол зертханасы» мемлекеттік мекемесінің зертханасы; б – «ҚазжолҒЗИ» АҚ зертханасы; в – «Ақмолажолзертханасы» ММ мен «ҚазжолҒЗИ» АҚ зерттеушілерінің бірлесе сынақ өткізу сәттері

2) жол құрылысы мен құрылыс материалдарын қабылдаудағы нормативтік базаның кең ауқымды жолға қойылуы. Мұнда Қазақстан стандарттары (автожол құрылысы мен күтіліміне катысты) жаңа техникалар мен озық технологияларға сәйкес келетін халықаралық стандарттармен үйлестірілуі;

3) жол-құрылыс компанияларының кәсіби деңгейі мен техникалық базасына талаптардың күшеюі (3-сурет).



а



ә

3-сурет – Қызылорда қаласындағы «УАД» ЖШС өндірістік базасы:
а – асфальт-бетон зауыты; ә – битум сақтау қоймасы

Бұл арада Қазақстанның автожол саласындағы мамандану саясатын айтпай кетпей болмас. Қазақстан автожол саласында 2005 жылға дейін барлығы 18 мың жол еңбеккерлері қызмет атқарды, оның 30 %-ы инженерлік-техникалық еңбеккерлер [1], ал 3470-тей жол еңбеккерлері «Қазақавтожол» республикалық мемлекеттік мекемесінің (РММ) еншісіне тиесілі, ал сол жылдарда Қазақ көлік және коммуникация министрлігінің Көліктік инфрақұрылымды дамыту (бүгінгі автомобиль жолдары) комитетінде кадрлар мен қызметкерлердің саны шамамен 80-ге жетті. Бұл арада Автожол комитетінің облыстық департаменттері есепке алынбаған.

5. *Басқару жүйесі.* Қазақстанның автожол саласын басқару құрылымы бірнеше рет өзгерістерге ұшырады. Өткен ғасырдың 90-шы жылдарының басында саланы орталықтан басқаруды тапсырыс беруші мердігердің қызметін біріктірген Автомобиль жолдары министрлігі жүзеге асырған болатын. Автомобиль жолдары министрлігіне автожолдарды күтіп-баптау, жөндеу, дамыту, жол құрылысы материалдарын өндіру және өңдеу, техникаларды жөндеу, жобалау және ғылыми-зерттеу жұмыстары жөніндегі барлық инфрақұрылым қараған болатын [2].

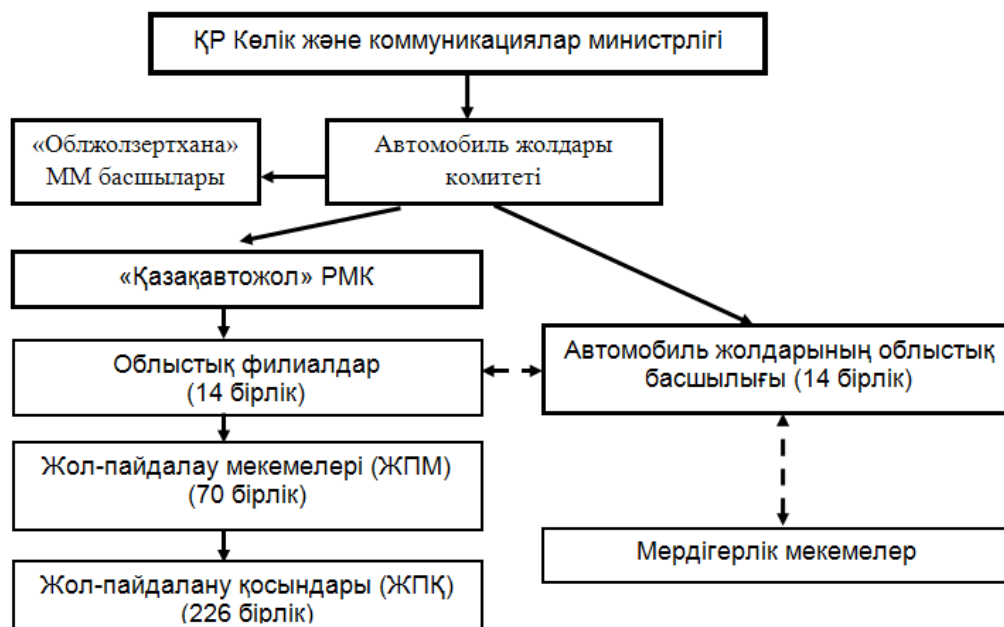
1993 жылы жекешелендіру процесінің басталуына байланысты «Қазақстан Жолдары» мемлекеттік акционерлік компаниясы құрылды. Оған автомобиль жолдарын мемлекеттік басқару қызметі, соның ішінде тапсырыс беруші және жол қорына қаражат жинау қызметі тапсырылды.

Тапсырыс беруші мен мердігер қызметін бөліп беру, мемлекеттік қаражатты тиімді пайдалану, бәсекелестікті дамыту және құрылыс жұмыстарының сапасын арттыру үшін жергілікті өкілетті және атқарушы органдармен өзара әрекеттесу арқылы автожол шаруашылығын мемлекеттік реттеуді жүзеге асыратын орталық атқарушы орган болып 1995 жылы Көлік және коммуникациялар министрлігі белгіленді, оның құрамында бір жыл бұрын Автомобиль жолдарының департаменті құрылған болатын.

Келесі кезеңде «Жол саласының кейбір мәселелері туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2000 жылғы 14 қазандағы №1527 қаулысымен мемлекеттік басқару қызметі Автомобиль жолдары және инфрақұрылымдық кешен құрылысы комитетіне (АЖЖИҚК) жүктелді. Осы қаулы бойынша «Қазақавтожол» республикалық мемлекеттік кәсіпорны (РМК) бір көзден қаржыландыру арқылы жалпы пайдаланымдағы республикалық

маңызды автомобиль жолдарын күтіп-баптау, көгалдандыру және ағымдағы жөндеу бағытындағы жұмыстарды атқаруға негізгі мердігер деп белгіленді.

4-суретте Қазақстан Республикасы автожол саласының 2006-2012 жылдардағы құрылымдық үлгісі келтірілген [4].



4-сурет – Автожол саласын басқару құрылымы

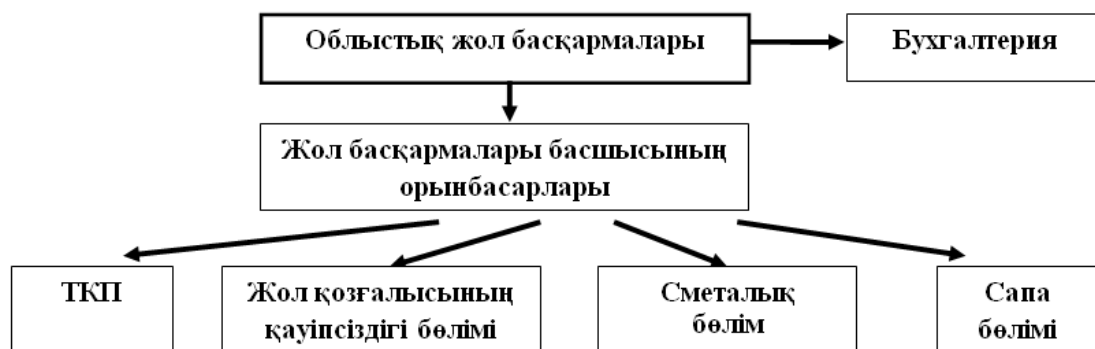
«Жол саласын реформалау мәселелері» туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2000 жылғы 12 ақпандағы № 227 қаулысымен АЖКЖИҚК (бүгінде автомобиль жолдары комитеті, қысқаша АЖК) 14 облыстық аумақтық органдары (басқармалары) ұйымдас-тырылды. АЖК облыстық басқармалары жол жұмыстарын жоспарлайды, тендерлер өткізеді, жұмыстарды қабылдауды ұйымдастырады. АЖК бас басқармасының ұйымдас-тыру құрылымы сызықтық-қызметтік болып табылады, оның 2001-2006 жылдағы құры-лымдық үлгісі 5-суретте келтірілген.

Сол 2006 жылдан бастап АЖК құрылымына елеулі өзгерістер мен ықшамдаулар енгізіліп, құрылымындағы мемлекеттік сатып алу, экономикалық жоспарлау, қаржылан-дыру, бухгалтерлік есеп және есеп беру басқармалары тікелей министрліктің басшылы-ғына өтті. Аумақтық басқармалар комитет құрылымында сақталып, дивизиялық түрдегі ұйымның белгілерін құрады (6-сурет) [1].



5-сурет – «Қазақстан жолдары» АҚ құрамы

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 1 ақпанда бекітілген № 79 қаулысы бойынша Қазақстан автожол саласында «ҚазАвтоЖол» мемлекеттік жүйедегі акционерлік қоғамы құрылды. Оның капиталына «Астана–Щучинск» автодаңғылындағы төлемдік жүйе енгізілді. Бүгінде Қазақстанның республикалық маңызды барлық жолдарындағы жөндеу-күту, қайта салу жұмыстары мен жол бойындағы инфрақұрылымдардың өрістеуі FIDIC механизмінің аналогына сәйкес аталмыш қоғамның бақылауына өткізілуде. Ал жоспарлау, қаржыландыру, автожол саласындағы техникалық саясат, нормативтік қамтамасыздандыру және бақылау істері толығымен Автомобиль жолдары комитетінің басшылығында қалады. Бұл құрылымдық жүйе 5-суретте келтірілген басқару механизмінен әлдеқайда өзгеше және атқарылар істер барынша терең бекітілген үлгі.



6-сурет – Автомобиль жолдарының облыстық департаменттерінің құрылымдық үлгісі

Автожол саласын басқарудың соңғы үлгісі Қазақстан Республикасы Президентінің

биылғы жылғы жолдауында ерекше орын алды. Онда АЖК құрамындағы бұрынғы 14 облыстық басқармалар жаңадан құрылған «ҚазАвтоЖол» АҚ құрамына территориялық департаменттер болып қайта жасақталды. «ҚазАвтоЖол» АҚ Ұлттық басқару органы ретінде ағымдағы жылы «Автожол саласын реформалау» Заңы күшіне енгеннен кейін толыққанды өз әрекетіне көшеді.

Қазақстан Республикасының автожол саласы бүгінде өз дамуының алғашқы кезеңдерін басынан өткізіп, онда еліміздің халықаралық көліктік дәліздері анықталды және оларда халықаралық стандарттарға сәйкес үйлестірілген озық технологиялар мен жаңа шетелдік материалдар кеңінен пайдаланылуда. Басқару жүйесі мен жол-шаруашылық мекемелерінде кадр саясаты өте қарқынды жолға қойылған. Нормативтік базалар мен жол-құрылыстық технологиялар мен материалдардың сапасын қадағалау жолында «Облжолзертхана» мемлекеттік мекемелері құрылып, Қазақстанның 4 аймағында оқу орталықтары ашылған. Сонымен қатар, «Қазақстан Республикасының көліктік стратегиясының 2015 жылға дейінгі дамуы» бағдарламасына сәйкес автожол саласында ақылы жолдарды енгізу мен жол инфрақұрылымын дамыту тәжірибелері де қолданысқа енді.

Дегенмен, автожол саласында фундаменталды ғылым мен инновациялық жобаларды жетілдіру бағыттары біраз кенжелеп тұр. Қазақстанның жол ғылымының жетістіктері бүгінге дейін әлемдік ареналарға әлі шыққан емес. Сонымен қатар жол-пайдалану жұмыстарын басқару жүйесі де өз орнын тиянақты таба алмай отыр. Автомобиль жолдары бойындағы инфрақұрылымдардан мемлекеттік бюджетке түсетін түсімдерді біржүйелеу әдістемесі өз қажеттігін дәлелдегені қашан. Осының бәрін біржүйелеу жаңа құрылған «ҚазАвтоЖол» АҚ болашақ тапсырмаларының қатарына енуін қажет етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Қазақстан Республикасы автожол саласының 2006-2012 жылдардағы дамуы туралы бағдарлама. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2006 ж. 9 желтоқсандағы № 1227 қаулысы.
2. Макконнелл К.Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика. – Пер. с англ. /К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 916 с.
3. Махашев Н.М. Казахстан эпохи Н. Назарбаева. – Алматы: Өлке, 2008. – 352 с.
4. Ермаков В.А. Казахстан в современном мире. – Алматы: Қаржы-қаражат, 2006. – 120 с.
5. Курс экономики: Учеб. / Под ред. Б.А. Райзберга. – М.: ИНФОРМ-М, 1997. – 720 с.
6. Научно-исследовательскому институту транспорта и коммуникаций 50 лет // Труды междунар. конф. – Алматы: ТОО «Принт-S», 2006. – 312 с.

Получено 11.08.2014