

ждать, что повышение эффективности работы карьерной автотехники может быть достигнуто путем разработки мероприятий, основанных на анализе параметров эксплуатации машин, применительно к специфическим условиям конкретного предприятия. Внедрение рассмотренных примеров неявных факторов оптимизации работы транспортного комплекса карьера приведет к повышению его эффективности в пределах 22–27 %.

Список литературы

1. Егоров А.Н., Каранкевич Н.В., Павленко Г.И. и др. Эксплуатация карьерных самосвалов с гидромеханической трансмиссией. – Х.: Золотые страницы, 2006. – 296 с.
2. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. – СПб.: Наука, 2004. – 429 с.
3. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке. – СПб.: Наука, 2006. – 387 с.
4. Карьерная техника ПО „БелАЗ“: Справочник. / Под. ред. П.Л. Мариева, К.Ю. Анистратова. – М.: ООО ТНЦ „Горное дело“, 2007. – 456 с.
5. Монастирський Ю.А., Почужевський О.Д., Веснін А.В. Покращення паливної економічності кар'єрних автосамоскидів за рахунок оптимізації передаточного числа трансмісії. // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих учених „Прогресивні напрямки розвитку машино-приладобудівних галузей і транспорту“. – Севастополь, 11–15 травня 2010р. – С. 69–71.
6. Монастирський Ю.А., Почужевський О.Д., Веснін А.В. Оптимізація параметрів трансмісії

кар'єрного автосамоскида як резерв зменшення витрат пального. // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг. – 2010. – Вип. 25. – С. 83–186.

Представлено шляхи вдосконалення експлуатації кар'єрних автосамоскидів із використанням систематизації, узагальнення та наступної комп'ютерної обробки статистичних даних показників роботи кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 120–130 т. Проведено дослідження, на основі яких можна стверджувати, що підвищення ефективності роботи кар'єрної автотехніки може бути досягнуто шляхом розробки заходів, заснованих на аналізі параметрів експлуатації машин, стосовно специфічних умов конкретного підприємства.

Ключові слова: *кар'єрний автосамоскид, міжремонтний пробіг, траси руху, модифікації машин, передатні числа трансмісії*

The article presents ways of improvement of quarry dump track exploitation resulted by means of systematization, generalization and subsequent cybernetic treatment of performance statistical indexes of quarry dump track with carrying capacity 120–130 ton. On the ground of the research we can assert that enhancement of efficiency of the quarry vehicles can be achieved by activities based on the analysis of vehicles' operation parameters in the environment of a particular enterprise.

Keywords: *quarry dump track, overhaul life, routes, car modification, transmission ratio*

Рекомендовано до публікації д.т.н. С.Э. Блохиным. Дата надходження рукопису 24.09.10

УДК 628.32:628.1.037

© Самойленко А.А., Басс К.М., Кривда В.В., Басс Т.П., 2010

А.А. Самойленко, К.М. Басс, В.В. Кривда, Т.П. Басс

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ БЕЗ АККУМУЛЯЦИИ СТОКА НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

A.A. Samoylenko, K.M. Bas, V.V. Krivda, T.P. Bas

IMPROVEMENT OF METHOD OF CALCULATION OF EFFICIENCY OF STORM SEWAGE-PURIFICATION FACILITIES WITHOUT DETENTION AT MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

Рассмотрена существующая методика расчета производительности очистных сооружений дождевой канализации без аккумуляции стока. Указываются ошибки в нормативной литературе по определению производительности очистных сооружений дождевой канализации. Рассмотрена возможность совершенствования существующей методики путем учета изменчивого характера некоторых расчетных параметров. Предлагаются новые расчетные формулы и таблицы, обеспечивающие повышение точности и надежности существующей методики расчетов.

Ключевые слова: *очистное сооружение, расход поверхностного стока, полураздельная система канализации, расходная характеристика трубопровода, время поверхностной концентрации, автотранспортное предприятие*

Постановка задачі. Целесообразность использования принципиальной схемы очистки поверхностного стока без регулирующей (аккумулирующей) емкости (рис. 1) в условиях дефицита свободных площадей для их размещения на городских территориях и в промышленных зонах на автотранспортных предприятиях (АТП) [1] в большинстве случаев подтверждается результатами сравнения их технико-экономических показателей.

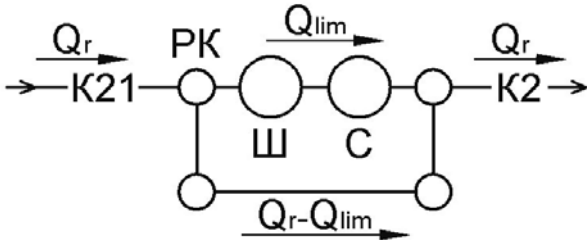


Рис. 1. Принципиальная схема очистки:
 PK – разделительная камера; С – сепаратор;
 Ш – шламловуловитель; Q_r – расход расчетного
 дождя; Q_{lim} – расход предельного дождя

Особенность расчета производительности очистных сооружений поверхностного стока по схеме без регулирующей емкости сводится к расчету расхода стока от предельного дождя (Q_{lim}) с периодом однократного превышения расчетной интенсивности, равной 0,05–0,1года, обеспечивающей отведение на очистку не менее 70% годового объема поверхностных сточных вод [2].

К сожалению, несмотря на значительный прогресс в вычислительной технике, в среде проектировщиков до сих пор расчет расхода от предельного дождя вызывает значительные трудности, либо вообще выполняется неверно.

Анализ последних исследований и публикаций. Учитывая трудности расчета, в прошлом столетии было предложено использовать понятие коэффициент разделения, который представляет собой соотношение предельного (Q_{lim}) и расчетного расходов (Q_r) в сечении дождевых коллекторов у разделительной камеры [2, 3]. Расчет данного коэффициента нормируется СНиП 2.04.03-85 при расчете полураздельных систем канализации (правда допущена опечатка в п. 2.22, следует читать

$$K'_{div} = \left[\frac{\lg(m_r \cdot P_{lim})}{\lg(m_r \cdot P_{cal})} \right]^y.$$

Однако использование рекомендаций СНиП относительно расчета коэффициента разделения при определении расчетной производительности очистных сооружений поверхностного стока без аккумулирующей емкости во многих случаях может быть не корректным. Причин несколько: во-первых, не учитывается изменение коэффициента покрова Z_{mid} , во-вторых, расходная характеристика трубопровода (график изменения пропускной способности в зависимости от заполнения трубы) имеет максимальную

пропускную способность при заполнении $h/d=0,95$, что, согласно многим исследованиям [4, 5, 6], не соответствует действительности.

Нерешенные ранее части общей проблемы. Учет изменения коэффициента покрова (Z_{mid}) актуален в тех случаях, когда отведение поверхностного стока на очистку производится с территорий со значительным процентом водонепроницаемых поверхностей (АЗС, автотранспортные предприятия и т.п.). Понятно, что разработчики СНиП не учитывали изменения коэффициента покрова в связи с тем, что коэффициент разделения определялся для полураздельной системы канализации с общегородских территорий, где вес непроницаемых покрытий был несущественным, кроме того, упрощался расчет.

Относительно расходной характеристики трубопровода (рис. 2), так называемой „рыбки“, следует отметить, что существует множество исследований по данному вопросу, но установившегося мнения в гидравлической литературе пока нет.

Зарубежные производители труб (Wawin, KWN и др.) рекомендуют пользоваться данными проф. А.Е. Bretting, а именно формулой [6]

$$\frac{Q}{Q_n} = 0.46 - 0.5 \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{h}{d}\right) + 0.04 \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{h}{d}\right), \quad (1)$$

где Q , Q_n – соответственно пропускная способность трубы при частичном и полном заполнении.

В отечественной практике наибольшее распространение получили результаты исследований А.А. Сапухина и проф. Ю.М. Константинова [4], которые полностью гармонируют с подобными исследованиями проф. Н.Ф. Федорова [5] и результатами исследований многих других отечественных ученых, а также вполне сопоставимы с данными проф. А.Е. Bretting (рис.2).

Следует отметить, что в некоторых программах по моделированию поверхностного стока и дождевой канализации используется сглаживание расходной характеристики, полученной по классической теории в диапазоне заполнений 0,8–1,0, что позволяет избежать неоднозначности решений при соответствующих заполнениях.

Цель статьи. Учитывая рассмотренные факторы, определить выражение для расчета коэффициента разделения стока с последующим определением расчетной производительности очистных сооружений.

Основной материал. Коэффициент разделения стока в общем виде определяется по выражению [2, 6]

$$K_{div} = \frac{Q_{lim}}{Q_r} = \frac{Z_{midLim} \cdot A_{lim}^{1,2} \cdot T_r^{1,2 \cdot n_{cal} - 0,1}}{Z_{mid} \cdot A_{cal}^{1,2} \cdot T_{lim}^{1,2 \cdot n_{lim} - 0,1}} = \frac{Q}{Q_n}, \quad (2)$$

где Z_{mid} , Z_{midLim} – соответственно коэффициенты покрова для расчетного и предельного дождя; A_{cal} , A_{lim} – параметры, которые согласно [2] могут определяться по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma, \quad (3)$$

где q_{20} – интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин при $P=1$ год; n – показатель степени: n_{cal} – при расчетном дожде, n_{lim} – при предельном дожде; m_r – среднее количество дождей за год; P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя: для A_{cal} – расчетный дождь (P_{cal}), для A_{lim} – предельный дождь (P_{lim}); γ – показатель степени; T_r , T_{lim} – расчетная продолжительность протекания дождевых вод по поверхностям, лоткам и трубам соответственно при расчетном и предельном дожде, мин.

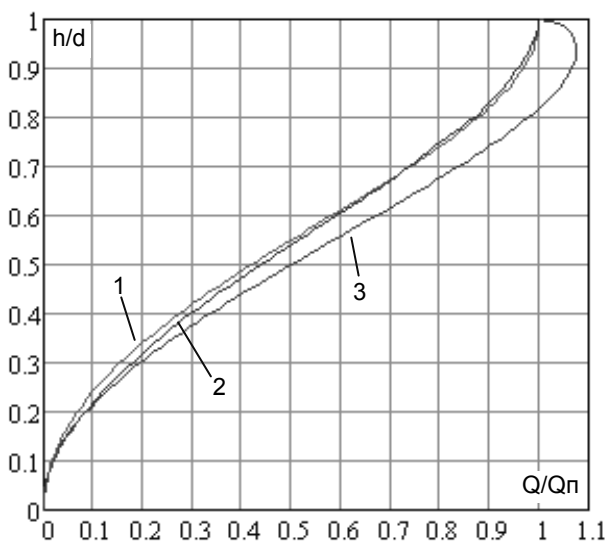


Рис. 2. Графики изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения: 1 – по формуле (1); 2 – по отечественным исследованиям; 3 – по классической теории

Учитывая, что увеличение расчетной продолжительности протекания дождевых вод по трубопроводу при предельном дожде пропорционально изменению средней скорости потока, формулу по определению коэффициента разделения стока можно записать в виде

$$K_{div} = \frac{Q_{lim}}{Q_r} = \frac{V_{lim} \cdot \omega_{lim}}{V_r \cdot \omega_n} = \frac{4 \cdot \arcsin\left(\sqrt{\frac{h}{d}}\right) - \sin\left(4 \cdot \arcsin\left(\sqrt{\frac{h}{d}}\right)\right)}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{T_{pr}}{T_{plim}}, \quad (4)$$

где $T_{pr} \rightarrow T_r$, ω_{lim} – площадь живого сечения трубопровода при полном и частичном заполнении соответственно, м²; V_r , V_{lim} – средняя скорость потока в трубопроводе при полном и частичном заполнении соответственно, м/с; T_{pr} , T_{plim} – время протекания

дождевых вод по трубам при расчетном и предельном дожде соответственно, мин.

С учетом (2)–(4) получим

$$K_{div} = (B_1 + f(K_{div}) \cdot B_2)^{0,1-1,2 \cdot n_{lim}}, \quad (5)$$

где

$$B_1 = \frac{t_{kn}}{\left(B \cdot T_r^{1,2 \cdot n_{cal} - 0,1}\right)^{1,2 \cdot n_{lim} - 0,1}}; \quad B_2 = B_1 \frac{T_{pr}}{t_{kn}};$$

$$B = 20^{1,2 \cdot (n_{lim} - n_{cal})} \cdot \left[\frac{\lg(m_r \cdot P_{lim})}{\lg(m_r \cdot P_{cal})}\right]^{1,2 \cdot \gamma} \cdot \frac{Z_{midLim}}{Z_{mid}};$$

$$f(K_{div}) = \frac{4 \cdot \arcsin\left(\sqrt{\frac{h}{d}}\right) - \sin\left(4 \cdot \arcsin\left(\sqrt{\frac{h}{d}}\right)\right)}{2 \cdot \pi \cdot K_{div}},$$

где t_{kn} – время поверхностной концентрации при предельном дожде, мин; $f(K_{div})$ – коэффициент увеличения продолжительности протока стока.

Используя выражение (5) и исходные предпосылки относительно расчета пропускной способности трубопроводов при различном заполнении (рис.2), можно составить номограмму по определению коэффициента разделения либо серию графиков при различных значениях n_{lim} (рис.3).

Однако такой подход может спровоцировать массу ошибок и неточностей со стороны проектировщиков. Например, можно произвольно выбирать время поверхностной концентрации при предельном дожде, которое рекомендуется принимать 10–15 мин [3], и не учитывать, что при уменьшении периода однократного превышения расчетной интенсивности время поверхностной концентрации возрастает (для периодов 0,05 и 0,1 год время поверхностной концентрации значительно отличается) и т.п.

Избежать подобных ошибок можно, если принять, что увеличение расчетной продолжительности протекания дождевых вод по поверхностям, лоткам и трубам при предельном дожде пропорционально изменению скорости протекания стока по трубопроводу.

Рассматривая совместно выражения (2)–(4) и заменяя в (4) $T_{pr} \rightarrow T_r$, $T_{plim} \rightarrow T_{lim}$ получим

$$K'_{div} = \left\{ \begin{aligned} & \left[\frac{\log(m_r \cdot P_{lim})}{\log(m_r \cdot P_{cal})}\right]^{1,2 \cdot \gamma} \cdot \frac{Z_{midLim}}{Z_{mid}} \cdot \left(\frac{T_r}{20}\right)^{1,2 \cdot (n_{cal} - n_{lim})}; \\ & K_{div} \cdot \left[\frac{4 \cdot \arcsin\left(\sqrt{\frac{h}{d}}\right) - \sin\left(4 \cdot \arcsin\left(\sqrt{\frac{h}{d}}\right)\right)}{2 \cdot \pi \cdot K_{div}} \right]^{1,2 \cdot n_{lim} - 0,1} \end{aligned} \right. \quad (6)$$

Второе выражение в системе (6) позволяет построить графические зависимости $K_{div} = f(K'_{div}, n_{lim})$ для различных предпосылок расчета пропускной способности трубопроводов при различном заполнении либо соответствующие таблицы по аналогии со СНиП 2.04.03-85 (рис. 4–6, табл. 1–3).

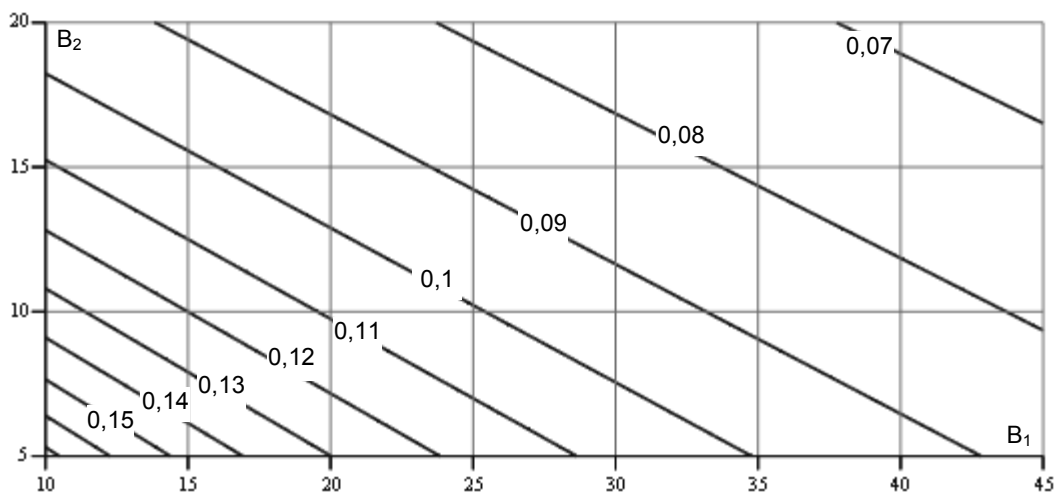


Рис. 3. Графік для определения K_{div} при $n_{lim}=0,59$ с учетом (1)

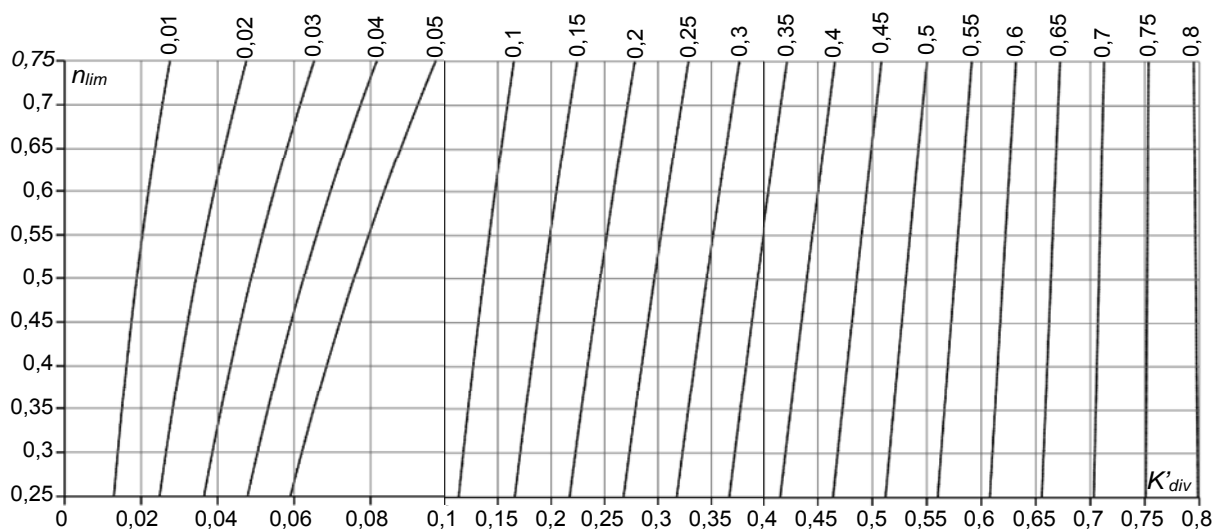


Рис. 4. Графік $K_{div} = f(K'_{div}, n_{lim})$ с учетом изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения по формуле (1)

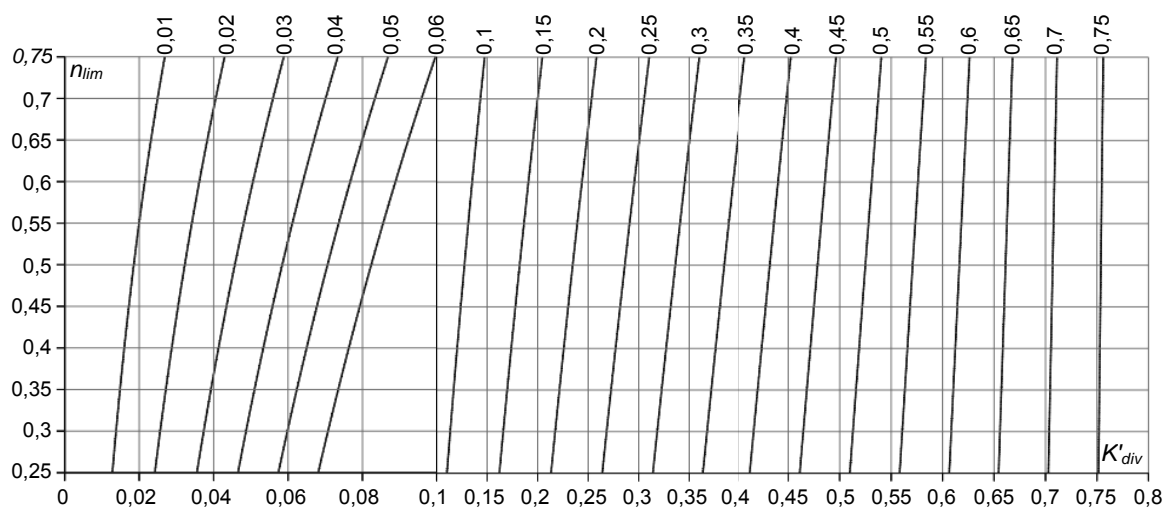


Рис. 5. Графік $K_{div} = f(K'_{div}, n_{lim})$ с учетом изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения по отечественным исследованиям

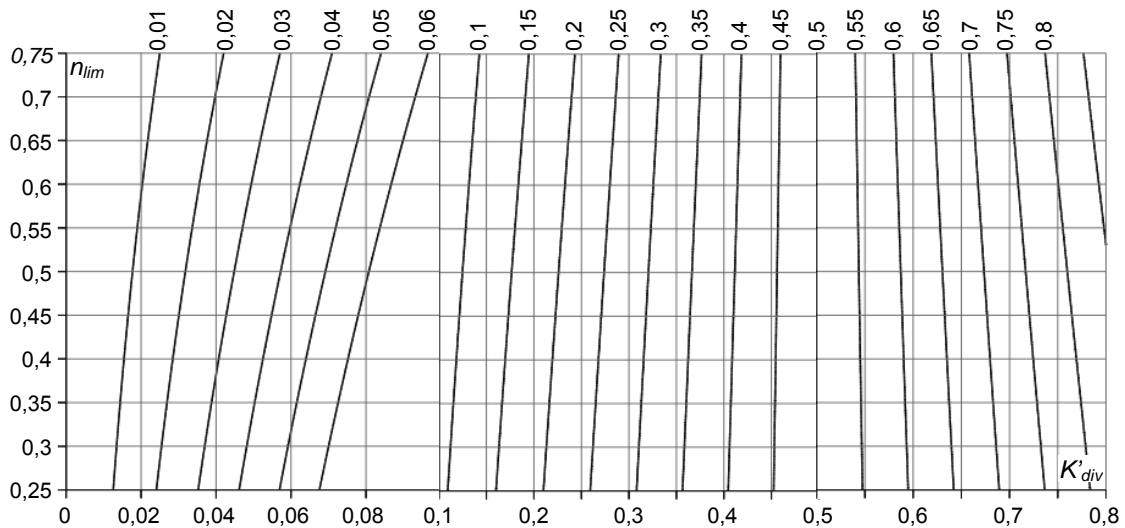


Рис. 6. График $K_{div} = f(K'_{div}, n_{lim})$ с учетом изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения по классической теории

Таблица 1

Значения коэффициента разделения с учетом изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения по формуле (1)

n_{lim}	Значения коэффициента K_{div} при K'_{div} , равных															
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
0,25	0,04	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,38	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64	0,70	0,75	0,80
0,30	0,04	0,08	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,64	0,70	0,75	0,80
0,35	0,04	0,08	0,13	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,69	0,75	0,80
0,40	0,04	0,08	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42	0,47	0,53	0,58	0,64	0,69	0,75	0,80
0,45	0,03	0,07	0,12	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,53	0,58	0,64	0,69	0,75	0,80
0,50	0,03	0,07	0,11	0,16	0,20	0,25	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,63	0,69	0,75	0,80
0,55	0,03	0,07	0,11	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,41	0,46	0,52	0,57	0,63	0,69	0,75	0,80
0,60	0,03	0,06	0,10	0,15	0,19	0,24	0,29	0,35	0,40	0,46	0,51	0,57	0,63	0,69	0,75	0,80
0,65	0,02	0,06	0,10	0,14	0,19	0,23	0,29	0,34	0,39	0,45	0,51	0,57	0,63	0,69	0,75	0,81
0,70	0,02	0,06	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,39	0,45	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,81
0,75	0,02	0,05	0,09	0,13	0,17	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	0,50	0,56	0,62	0,68	0,75	0,81

Таблица 2

Значения коэффициента разделения с учетом изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения по отечественным исследованиям

n_{lim}	Значения коэффициента K_{div} при K'_{div} , равных															
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
0,25	0,04	0,09	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,65	0,70	0,75	0,8
0,30	0,04	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,38	0,43	0,49	0,54	0,59	0,64	0,70	0,75	0,8
0,35	0,04	0,08	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,64	0,70	0,75	0,8
0,40	0,04	0,08	0,13	0,18	0,22	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,69	0,75	0,8
0,45	0,04	0,08	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,53	0,58	0,64	0,69	0,75	0,8
0,50	0,03	0,08	0,12	0,17	0,21	0,26	0,31	0,37	0,42	0,47	0,53	0,58	0,64	0,69	0,75	0,8
0,55	0,03	0,07	0,12	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69	0,75	0,8
0,60	0,03	0,07	0,11	0,16	0,21	0,25	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,63	0,69	0,75	0,8
0,65	0,03	0,07	0,11	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,41	0,46	0,52	0,57	0,63	0,69	0,74	0,8
0,70	0,03	0,06	0,11	0,15	0,20	0,24	0,29	0,35	0,40	0,46	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,8
0,75	0,02	0,06	0,10	0,15	0,19	0,24	0,29	0,34	0,40	0,45	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,8

Таблиця 3

Значения коэффициента разделения с учетом изменения пропускной способности трубопровода в зависимости от его заполнения по классической теории

n_{lim}	Значения коэффициента K_{div} при K'_{div} , равных															
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
0,25	0,04	0,09	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,40	0,45	0,5	0,55	0,61	0,66	0,71	0,76	0,82
0,30	0,04	0,09	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,45	0,5	0,55	0,61	0,66	0,71	0,77	0,82
0,35	0,04	0,09	0,13	0,18	0,23	0,29	0,34	0,39	0,45	0,5	0,55	0,61	0,66	0,72	0,77	0,83
0,40	0,04	0,08	0,13	0,18	0,23	0,28	0,34	0,39	0,45	0,5	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83
0,45	0,04	0,08	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,39	0,44	0,5	0,56	0,61	0,67	0,73	0,78	0,84
0,50	0,03	0,08	0,12	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,5	0,56	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85
0,55	0,03	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,33	0,39	0,44	0,5	0,56	0,62	0,68	0,73	0,79	0,85
0,60	0,03	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	0,5	0,56	0,62	0,68	0,74	0,8	0,86
0,65	0,03	0,07	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,38	0,44	0,5	0,56	0,62	0,68	0,74	0,8	0,87
0,70	0,03	0,07	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,38	0,44	0,5	0,56	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87
0,75	0,03	0,06	0,11	0,16	0,21	0,26	0,32	0,38	0,44	0,5	0,56	0,63	0,69	0,75	0,82	0,88

На рис. 4 и в табл. 2 представлены результаты расчета коэффициента разделения с учетом сложившейся отечественной практики по расчету трубопроводов, где за основу приняты исследования отечественных ученых [4, 5].

Следует отметить, что расчет по первому выражению системы (6) с использованием рис. 5 или табл. 2, во-первых, не требует выбора времени поверхностной концентрации при предельном дожде и, тем самым, не позволяет исказить в этом отношении расчет, во-вторых, расчет значительно упрощается.

Согласно (6), увеличение продолжительности времени протока стока при предельном дожде по отношению ко времени протока при расчетном дожде, определяется так

$$f = \frac{T_{lim}}{T_r} = \left(\frac{K'_{div}}{K_{div}} \right)^{\frac{1}{1,2 \cdot n_{lim} - 0,1}}$$

Обратим внимание, что рассчитанное таким образом время поверхностной концентрации при предельном дожде ($t_{kn} = f \cdot t_k$, где t_k – время поверхностной концентрации при расчетном дожде), в сравнении с расчетом по формуле Л.Т. Абрамова [3] для спланированных поверхностей, будет составлять в среднем в 1,5 раза меньше, что приводит к уменьшению продолжительности протекания дождевых вод не более, чем на 25% и незначительному увеличению расхода. При этом следует учесть, что формула Л.Т. Абрамова предназначена только для спланированных поверхностей и не может быть однозначным критерием точности расчета времени поверхностной концентрации на застроенных территориях.

С другой стороны, при пересчете времени поверхностной концентрации для предельного дожда по сделанному допущению, результаты вполне согласуются с рекомендациями по выбору времени поверхностной концентрации [3].

Производительность очистных сооружений поверхностного стока по схеме без регулирующей емкости ($Q_{оч}$) равна расходу стока от предельного дожда, т.е. согласно (2)

$$Q_{оч} = Q_{lim} = K_{div} \cdot Q_r \quad (7)$$

Выводы. 1. При определении коэффициента разделения для полураздельных систем канализации следует рассчитывать пропускную способность трубопроводов круглого сечения в зависимости от их заполнения по исследованиям отечественных авторов ввиду наличия инженерного запаса по пропускной способности в наиболее часто используемом диапазоне расчетов производительности очистных сооружений дождевой канализации в сравнении с результатами по формуле (1).

2. При расчете производительности очистных сооружений поверхностного стока по схеме без регулирующей (аккумулирующей) емкости необходимо учитывать влияние периода однократного превышения расчетной интенсивности дожда на изменение коэффициента покрова Z_{mid} для водонепроницаемых покрытий, а также рассчитывать пропускную способность трубопроводов круглого сечения в зависимости от их заполнения по исследованиям отечественных авторов.

3. Расчетная производительность очистных сооружений поверхностного стока для схемы без регулирующей (аккумулирующей) емкости может быть определена по формуле (7) с использованием рис. 5 или табл. 2 и параметра K'_{div}

$$K'_{div} = \left[\frac{\log(m_r \cdot P_{lim})}{\log(m_r \cdot P_{cal})} \right]^{1,2 \cdot \gamma} \cdot \frac{Z_{midLim}}{Z_{mid}} \cdot \left(\frac{T_r}{20} \right)^{1,2 \cdot (n_{cal} - n_{lim})}$$

Список литературы

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных терри-

торий, площадок підприємств і определению условий выпуска его в водные объекты. – М.: ФГУП НИИ ВОДГЕО. – 2006. – 61с.

2. Канализация. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.03-85. – [Срок введение в действие 1986.01.01]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.

3. Дикаревский В.С. Расчет дождевых сетей канализации с помощью ЭВМ: (для раздельной и полураздельной систем) / В.С. Дикаревский, А.П. Таубин. – М.: Стройиздат, 1980. – 144с.

4. Гидравлический расчет сетей водоотведения: Расчетные таблицы / Константинов Ю.М., Василенко А.А., Сапухин А.А., Батченко Б.Ф. – К.: Будівельник, 1987. – 120с.

5. Федоров Н.Ф. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей. – М.: Л.: Стройиздат. 1964. – 259с.

6. New design formulae, and diagrams for calculation of the flow in sewers. The Sewage Committee of the Institution of Danish Civil Engineers. Publication No.10 (1957 and 1964).

Розглянуто існуючу методику розрахунку продуктивності очисних споруд дощової каналізації без акумуляції стоку. Вказано помилки в нормативній літературі при визначенні продуктивності очисних споруд дощової каналізації. Розглянуто можливість

удосконалення існуючої методики шляхом урахування змінного характеру деяких розрахункових параметрів. Запропоновано нові розрахункові формули та таблиці, що забезпечують збільшення точності та надійності існуючої методики розрахунку.

Ключові слова: *очисні споруди, витрати поверхневого стоку, напівроздільна система каналізації, витратна характеристика трубопроводу, час поверхневої концентрації, автотранспортне підприємство*

The article considers the existing method of calculation of efficiency of storm sewage-purification facilities without detention. Some mistakes in regulatory literature were pointed out during calculation of efficiency of storm sewage. The article considers possibilities of improvement of the existing method by taking into account variability of some design parameters. New design formulae and charts ensuring the increase of accuracy and reliability of the existing calculation methods are offered.

Keywords: *treatment facilities, runoff, partially separate sewerage system, input-output characteristic of pipeline, surface density time, motor transport enterprises*

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком. Дата надходження рукопису 26.10.10

УДК 622.625.28

© Проців В.В., 2010

В.В. Проців

ГАЛЬМУВАННЯ ПРИСТРОЯМИ З ОБМЕЖЕНИМ ФРИКЦІЙНИМ МОМЕНТОМ НА КОЛЕСІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ СИСТЕМАТИЧНИХ НЕРІВНОСТЕЙ КОЛІЇ

V.V. Protsiv

BRAKING BY DEVICES WITH THE LIMITED FRICTION TORQUE ON WHEEL SUBJECT TO INFLUENCE OF SYSTEMATIC BURRS OF RAIL WAY

Проведено теоретичне дослідження впливу систематичних нерівностей шахтної рейкової колії на шарнірно-зчленований локомотив у режимі гальмування пристроями, що реалізують гальмівну силу в точці контакту колеса з рейкою. Довгу нерівність задано у вигляді синусоїди, коротку – як лиску на доріжці катання колеса. Синусоїдальна нерівність заввишки 1 мм вимагає зниження гальмівного моменту, що прикладається, на 2 %. Лиска на колесі не має суттєвого впливу на ефективність гальмування.

Ключові слова: *шахтний локомотив, гальма, рівняння Лагранжа, систематичні нерівності колії*

Вступ. Реалізація шахтним локомотивом сил тяги та гальмування суттєво залежить від фрикційних властивостей пари тертя в точці контакту, що визначаються коефіцієнтом зчеплення між колесом та рейкою, істотно залежним від забрудненості рейкової колії [1]. Конструктори та експлуатаційники вимушені закласти в розрахунки мінімальну величину коефіцієнта зчеплення, оскільки під час екстреного гальмування складу навантажених вагонеток на найбільшому ухилі колії (до 50%) [2] випадково присутні вугільний пил, волога та агресивне повітряне середовище можуть істотно його знизити. Довгі й короткі (систематичні) недосконалість рейкової колії, що наявні на реальній шахтній рейковій колії, обумовлені не лише низькою точ-

ністю укладання шахтної рейкової колії, але й періодичною рухливістю (спученням) підшови гірничих виробок, а також зносом колісних бандажів, здатні спричинити зрив зчеплення колеса та рейки. Особливо важливе це при використанні важких шарнірно-зчленованих локомотивів, що мають значні можливості по тязі, проте не здатних забезпечити гарантовану зупинку складу навантажених вагонеток на ухилі. Прикладання ж надмірно великого гальмівного моменту призводить до появи лисок на колесах, сходу локомотиву із складом вагонеток з рейок на високій швидкості та, навіть, до людських жертв, втрат робочого часу і витрат на відновлення колії та рухомого складу. Тому визначення впливу систематичних нері-