

УДК 622.6

## ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНОЙ ГИДРОСИСТЕМЫ КАРЬЕРНОГО АВТОСАМОСВАЛА С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Гаврилов Е.И., студент гр. ГЭс-171, IV курс

Хорешок А.А., д.т.н., профессор

Научный руководитель: Ананьев К.А., к.т.н., доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Тенденции развития электрических приводов легковых автомобилей привели к интенсификации работ по разработке и созданию карьерных автосамосвалов с электрической силовой установкой. Переход на электрический привод повлечет за собой изменение многих систем, в частности, гидравлической системы, обеспечивающей работу рулевого управления, опрокидывающего механизма и тормозной системы. В данной статье рассматривается именно тормозная система.

Для анализа тормозной системы рассмотрена гидросхема автосамосвала KOMATSU грузоподъемностью 91 т (рис.1).

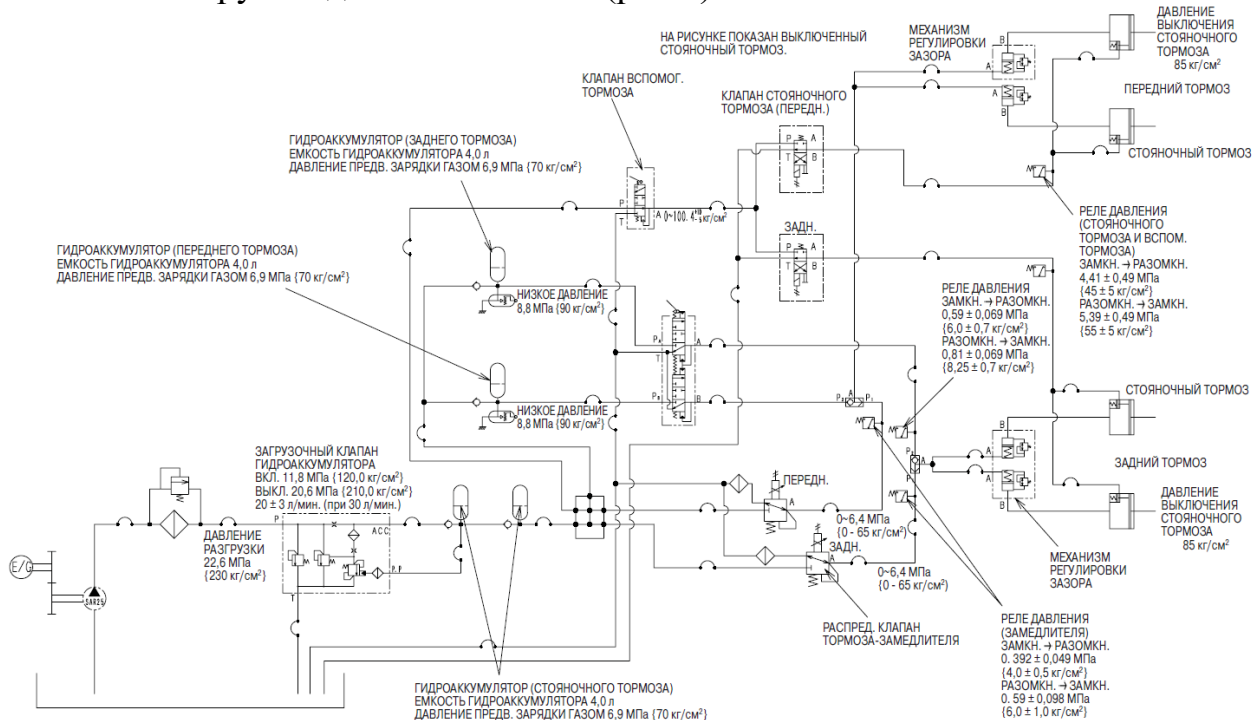


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема тормозной системы автосамосвала KOMATSU

Автосамосвалы, независимо от производителя, оборудованы рабочей, стояночной, запасной и вспомогательной тормозными системами. Иногда вспомогательную систему называют ретардером или системой замедления. Рабочая тормозная система является основной и ей в процессе движения при

помощи основной педали осуществляется торможение автосамосвала. Стояночная тормозная система используется при длительной стоянке, замыкая задние тормоза. В качестве запасного (аварийного) тормоза используется стояночный и исправный контуры рабочей тормозной системы. Вспомогательная система предназначена для снижения скорости карьерного автосамосвала без задействования основной тормозной системы. Использование тормоза-замедлителя необходимо при эксплуатации в горных условиях на длительных спусках. В существующих карьерных автосамосвалах этот тормоз гидравлический и активируется отдельной педалью. При этом вся энергия торможения переходит в тепло. Такой режим работы не эффективен при использовании электрической энергосилоустройств.

Электрические машины могут функционировать и как электродвигатель (тяговый режим), и как генератор (тормозной режим). Это позволяет сделать мотор-генератор основным тормозом-замедлителем [1]. Правда такой вариант безусловно зависит от типа применяемого электродвигателя. Но нужно стремиться именно к этому варианту, возможно с применением отдельного генератора.

Режим работы большегрузных автосамосвалов на угольных разрезах способствует эффективному применению системы рекуперации. Длительные спуски и необходимость применять замедление удачно сочетающиеся факторы – с одной стороны без использования тормозных колодок снижается скорость движения автосамосвала до допустимых пределов, а с другой стороны будут подзаряжаться аккумуляторные батареи.

При использовании электрической машины в качестве тормоза-замедлителя имеются два плюса [2]:

1. При торможении электрической машиной энергия торможения не переходит в тепло (только ее часть), кинетическая энергия превращается в электрическую, которая идет на подзарядку аккумуляторов, позволяя увеличить пробег на одной зарядке.

2. Снижается износ тормозных механизмов, таких как колодки.

Рекуперация энергии хорошо проработана для обычного торможения, когда замедление невелико. В этом случае удастся сохранить большую долю кинетической энергии.

Обращаясь к рис. 1, можно выделить следующее: при переходе на другой тип вспомогательного тормоза из гидросхемы исключается клапан вспомогательного тормоза (рис. 2, а). Также на гидросхеме присутствуют распределительные клапаны тормоза-замедлителя (переднего и заднего), имеющие условное обозначение на принципиальной гидравлической схеме тормозной системы автосамосвала KOMATSU как показано на рис. 2, б. Контроль за открытием этих клапанов осуществляется на основании показаний различных датчиков, обеспечивая работу автоматического регулятора вращения колес и антиблокировочной тормозной системы на карьерном автосамосвале KOMATSU. Таким образом исключать из гидросхемы распределительные клапаны можно лишь в том случае, если появится

надежная электрическая система обеспечения данных функций. На данный момент такие системы отсутствуют, можно лишь перевести часть функций по торможению за счет рекуперации энергии.

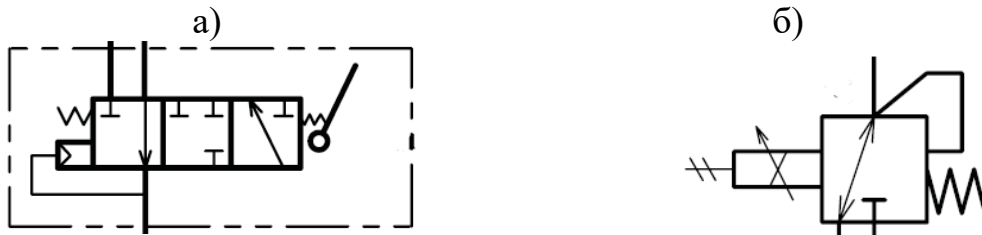


Рис. 2. Элементы гидросхемы тормозной системы автосамосвала KOMATSU

Еще одним моментом является то, что при переходе на электрическую энергосиловую установку неактуальным становится вопрос использования редуктора отбора мощности, соединенного с насосом (рис. 3, а), а требуется электрический приводной двигатель (рис. 3, б), при этом применение редуктора не требуется.

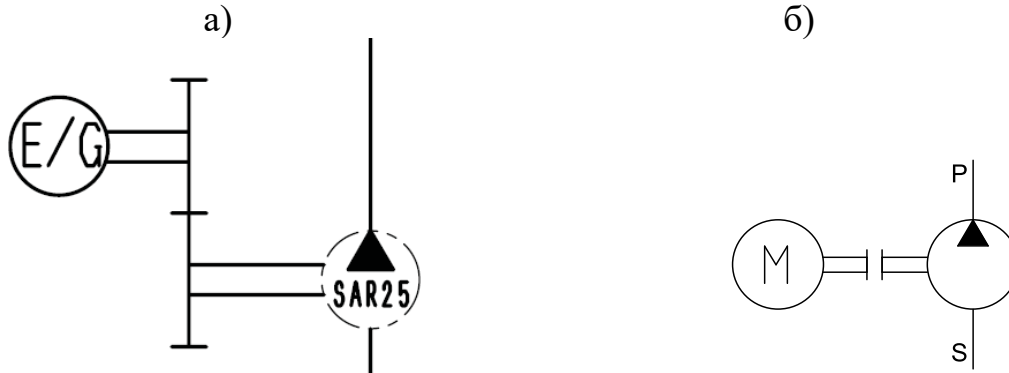


Рис. 3. Варианты привода насоса гидросхемы тормозной системы: а – с редуктором отбора мощности, б – с электродвигателем.

#### Выводы.

Переход на электрическую силовую установку в карьерных автосамосвалах не приведет к значительным упрощениям гидравлической схемы тормозной системы, однако снизит нагрузку на нее при применении рекуперативной системы торможения в качестве вспомогательной системы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2020-031 от 14.10.2020 г. с ПАО "КАМАЗ" по комплексному проекту «Создание высокотехнологичного производства семейства роботизированных карьерных самосвалов грузоподъемностью до 90 т с электромеханической трансмиссией на основе цифровых технологий», при участии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в части выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

### Список литературы:

1. Voith: сайт. URL: [https://voith.com/rus-ru/Retarder\\_RU.pdf](https://voith.com/rus-ru/Retarder_RU.pdf) (дата обращения: 29.03.2021).
2. Аналитический отчет «Электромобили и беспилотный транспорт 2020» // Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Агентство промышленного развития города Москвы» (ГБУ «АПР»). URL: <https://apr.moscow/analitics> (дата обращения: 29.03.2021).
3. Впечатляющее достижение автомобильной электроники [Электронный ресурс] / «АБС-авто», 2012. – № 182. URL: <https://abs-magazine.ru/article/vpechatlyayushee-dostijenie-avtomobiljnoy-elektroniki> (дата обращения 29.03.2021).