

Литература

1. Балдаев, Л. Х. Газотермическое напыление : Учебное пособие для вузов / Л.Х. Балдаев, В.Н. Борисов, В.А. Вахалин; Под общ. ред. Л. Х. Балдаева. Москва : Маркет ДС, 2007. 344 с.
2. Борисов Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов. – Киев: Наукова Думка, 2007. – 210 с.
3. Коломейченко А.В. Восстановление и упрочнение деталей машин сельскохозяйственного назначения газопламенным напылением порошковых материалов [Текст] / А.В. Коломейченко [и др.]. — Орел: Изд-во «ОрелГАУ», 2012. — 32 с.
4. Кудинов В.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование [Текст] / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. — М.: Металлургия, 1992. — 432 с.

Трансмиссия современных танков

Студенты гр. 10205120 Долгун О.А., Бусел Н.С.,
 Научный руководитель – ст. пр. Куранова О.В.,
 Белорусский национальный технический университет
 Минск, Беларусь

Тема танков является актуальной как для мирных стран, так и для враждующих стран-соседей, а как известно, танковая мощь является весомым аргументом для примирения двух сторон.

Одной из важнейших характеристик танка, существенно влияющей на эффективность его боевого применения, является подвижность. Она определяется прежде всего удельной мощностью, которая у современных зарубежных танков достигает 22 кВт/т (30 л.с./т). Дальнейшее ее увеличение, по утверждениям зарубежных специалистов, нецелесообразно, так как возникает опасность заноса при поворотах на больших скоростях. Поэтому возможности повышения подвижности перспективных танков конструкторы связывают в первую очередь с совершенствованием их трансмиссий. Трансмиссией танка называется совокупность механизмов для передачи крутящего момента от двигателя ведущим колёсам. Она состоит из входного редуктора(гитара), двух бортовых коробок передач(БКП), двух

бортовых передач(БП),системы гидроуправления и смазки и приводов управления.

Считают, что танковая трансмиссия, обладая высоким КПД, должна обеспечивать широкий диапазон изменения силы тяги и скорости, возможность поворота танка с различными расчетными (не зависящими от внешних условий) радиусами и эффективное его торможение. При этом желательны минимальные габариты агрегатов, высокая надежность их, простота и удобство регулировок, демонтажа и монтажа в полевых условиях, легкость управления. Требования противоречивые, и реализовать их все в одной конструкции сложно. Этим объясняется большое разнообразие конструктивных схем трансмиссий, каждая из которых, как сообщают, лишь в той или иной степени отвечает этим требованиям.

Трансмиссия предназначена для:

- передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса ходовой части машины;
- изменения крутящего момента на ведущих колесах (скорости движения машины) по величине и направлению;
- плавного трогания машины с места;
- поворота машины;
- торможения машины и удержания её в заторможенном состоянии на подъемах и спусках;
- отключения двигателя от ведущих колес во время его запуска, при его работе на холостом ходу и при переключении передач;
- отбора мощности на привод дополнительных агрегатов.

По числу кинематических связей между механизмом поворота и двигателем различают одно- и двухпоточные трансмиссии. У последних коробка передач и механизм поворота составляют единый агрегат — механизм передач и поворота (МПП). По способу изменения крутящего момента двигателя трансмиссии могут быть механические и гидромеханические, включающие в себя кроме механической коробки передач и гидropередачу. Тип агрегата, предназначенного для изменения скорости движения и силы тяги, обуславливает в основном массогабаритные показатели и КПД всей трансмиссии.

Однопоточные механические трансмиссии при достаточно высоком КПД обладают наименьшими массогабаритными показателями, проще в производстве, эксплуатации и ремонте. Однако ступенчатое изменение

передаточных чисел в коробке передач не позволяет эффективно использовать мощность двигателя, а малое количество расчетных радиусов поворота и их несоответствие оптимальным значениям на высших передачах затрудняют управление танком при движении с высокими скоростями.

Зарубежные специалисты считают, что увеличение числа расчетных радиусов или количества передач в такой коробке в целях более полного использования мощности двигателя и улучшения маневренности танка связано со значительным усложнением конструкции, а также с ухудшением массогабаритных показателей трансмиссии.

Более совершенными считают механические планетарные трансмиссии с фрикционным включением передач и гидросервоприводами управления движением. Полагают, что с применением новых фрикционных материалов, обладающих более высокими характеристиками, несколько улучшится управляемость. Однако ощутимого увеличения подвижности трудно ожидать, поскольку не устраняется общий для всех однопоточных трансмиссий недостаток — ограниченные возможности использования расчетных радиусов поворота при высоких скоростях движения. По этой же причине не получили широкого распространения и однопоточные гидромеханические трансмиссии, которые хотя и обеспечивают более полное использование мощности двигателя, но имеют пониженный КПД, а кроме того, большие, чем механические трансмиссии, габариты.

В значительной степени свободны от этих недостатков, по мнению зарубежных экспертов, двухпоточные трансмиссии — механизмы передач и поворота (МПП). В таких трансмиссиях каждая ступень коробки передач обеспечивает свой расчетный радиус поворота, величина которого растет с повышением номера передачи. Эти радиусы за счет введения дополнительного привода с оптимальным передаточным отношением подобраны таким образом, что на любой из передач танк поворачивается без заноса и водителю не нужно снижать скорость из-за опасности потерять управление. Еще одно преимущество двухпоточных трансмиссий, благодаря которому существенно улучшается маневренность танка: машина с такой трансмиссией может поворачиваться на месте вокруг своей центральной оси.

Двухпоточные трансмиссии получили широкое распространение в современном зарубежном танкостроении, несмотря на их конструктивную сложность, большие габариты и более жесткие требования к расположению двигателя. Однако отмечают существенные недостатки механических МПП: пониженный общий КПД, а кроме того, с применением в этом приводе

дифференциала прямолинейное движение танка становится менее устойчивым. При разных сопротивлениях на гусеницах, например при движении по косоугру, танк самопроизвольно поворачивает в сторону меньшего сопротивления, что вынуждает водителя все время корректировать направление движения.

Широкое распространение за рубежом получили гидромеханические трансмиссии (ГМТ), в состав которых кроме обязательных элементов механических трансмиссий входит гидродинамическая передача (КГП), автоматически изменяющая крутящий момент и частоту вращения выходного вала в зависимости от внешней нагрузки. Благодаря этому количество ступеней, габариты и масса механической коробки передач могут быть уменьшены примерно в 2 раза, а водитель будет реже переключать передачи, так как система «двигатель — трансмиссия» в более широком диапазоне способна приспосабливаться к изменению внешних сопротивлений. Так, некоторые зарубежные танки имеют всего 2 передачи переднего хода — замедленную и ускоренную.

В качестве недостатков гидромеханических передач отмечают пониженный КПД и необходимость значительной по объему системы охлаждения и подпитки. Поэтому в целом массогабаритные показатели ГМТ достаточно велики. Несмотря на то, что гидрпередача облегчает условия работы двигателя, сглаживая динамические нагрузки, она не позволяет осуществлять торможение двигателем и его запуск с буксира. Это заставляет конструкторов усложнять механическую часть трансмиссии, в частности, усиливать остановочные тормоза, вводить гидротормоз и блокировочный фрикцион КГП.

В двухпоточных гидромеханических трансмиссиях некоторых современных танков в дополнительном приводе применяется дифференциал или дифференциальный привод. При прямолинейном движении он отключается, и трансмиссия работает как однопоточная. КПД несколько меньше, однако прямолинейное движение танка остается устойчивым. Управление дополнительным приводом при поворотах осуществляется либо фрикционными устройствами, либо с помощью гидрообъемной передачи.

К недостаткам фрикционных устройств управления поворотом относят малое число расчетных радиусов. Обычно на каждой передаче имеется лишь один расчетный радиус, при котором тормоз или фрикцион поворота включен полностью и работает без пробуксовки. С увеличением количества расчетных радиусов существенно усложняется трансмиссия.

Дополнительные радиусы поворота, реализуемые за счет пробуксовки фрикционных устройств, зависят от внешних условий — вида и состояния грунта, угла наклона местности. Поэтому одному и тому же радиусу поворота, например на дороге с твердым покрытием и на грунте, будут соответствовать разные положения органа управления. Следовательно, в каждом конкретном случае водитель должен «угадать» положение органа управления, а затем, оценив действительный радиус поворота, уточнить его. Все это зависит от квалификации водителя и не исключает ошибок.

Другим недостатком, как отмечалось, является наличие зон «нечувствительности» привода, обусловленных малым коэффициентом трения при небольших усилиях включения и больших скоростях пробуксовки фрикционных устройств управления. Поэтому водитель при повороте с большим радиусом, чтобы пройти зону «нечувствительности», вынужден резко перемещать рычаг или штурвал на величину, заведомо большую, чем это необходимо, и лишь затем устанавливать требуемый радиус поворота, перемещая орган управления в сторону исходного положения. Ошибки, допускаемые в процессе управления, особенно при движении с большой скоростью, когда время на поворот ограничено, могут привести к тому, что танк не впишется в нужную траекторию, а при однопоточной трансмиссии потеряет управление вследствие заноса. Чтобы исключить эти недостатки, предложили применять в трансмиссиях гидрообъемные передачи (ГОП) в дополнительном приводе. Это позволило обеспечить бесступенчатое изменение передаточного отношения при жесткой кинематической связи между ведущими колесами танка: любой радиус поворота является расчетным и каждому положению органа управления соответствует вполне определенная траектория движения.

Использование ГОП в основном потоке мощности вместо механической коробки передач позволяет заметно увеличить подвижность и упростить процесс управления танком. Для передачи больших мощностей требуются ГОП со значительными габаритами либо очень высокие давления рабочих жидкостей. И в том и в другом случаях, чтобы обеспечить приемлемый объемный КПД передачи, необходима особая точность изготовления цилиндров и поршней гидронасоса и гидромотора, а также высокая надежность уплотнений. Поэтому пока гидрообъемные передачи применяют в менее нагруженных дополнительных приводах. Причем и в этих случаях приходится усложнять конструкцию трансмиссии, включая в

дополнительный привод гидромуфты, работающие параллельно с ГОП при больших нагрузках.

Наиболее перспективными с точки зрения повышения подвижности танка являются двухпоточные трансмиссии с гидрообъемными передачами в дополнительном приводе управления поворотом. Что же касается той части трансмиссии, которая передает основную долю мощности двигателя, то оптимальной была бы замена механической коробки передач бесступенчатой гидрообъемной передачей.

В частности, большие надежды возлагаются на недавно появившиеся шаропоршневые ГОП. В такой передаче крутящий момент на роторе мотора создается касательными составляющими нормальных реакций отпора на поршни со стороны статора. Ход поршней, величина подачи насоса и скорость вращения ротора мотора зависят от положения ротора 2 относительно статора насоса 4, то есть от величины эксцентриситета e . При изменении знака эксцентриситета обеспечивается изменение направления вращения ротора мотора. Гидромотор, как правило, имеет постоянный эксцентриситет. Однако, несмотря на определенные успехи, достигнутые в этом направлении, реализацию такого конструктивного решения на основных танках в ближайшем будущем считают маловероятной. Объясняют это технологическими трудностями изготовления подобных передач, а кроме того, необходимостью применения громоздких систем охлаждения для рабочей жидкости.

В отношении вариантов «комплексная гидродинамическая передача с механической коробкой передач» или «механическая коробка передач с увеличенным числом ступеней» в основном потоке мощности среди зарубежных специалистов существуют различные мнения, поскольку каждый из этих вариантов имеет как определенные преимущества, так и существенные недостатки. Поэтому при выборе той или иной схемы трансмиссии решающими являются приоритетные требования, реализуемые при создании танка.

Используя КГП в танковых трансмиссиях, зарубежные конструкторы стараются ограничить их работу только на низших передачах (в тяжелых условиях движения), что позволяет иметь более высокий общий КПД трансмиссии на высших передачах, увеличить запас хода по топливу, реализовать тормозные свойства двигателя. Именно поэтому механические коробки передач в современных ГМТ имеют увеличенное число передач переднего хода.

Трансмиссионный отдел

По положению трансмиссионного отделения различают общие компоновки с носовым и кормовым расположением трансмиссии.

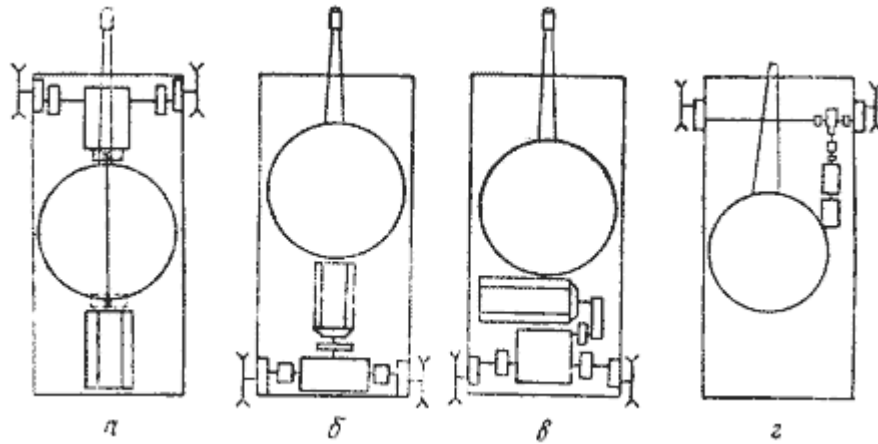


Рисунок 1. Схемы общих компоновок танков:

а — с носовым расположением трансмиссии; б — с кормовым расположением трансмиссии; в — с кормовым расположением трансмиссии и поперечным размещением двигателя; г — с носовым боковым расположением двигателя и трансмиссии

1) Компоновка с носовым расположением трансмиссии широко применяется на американских и немецких танках (см. рис. 1,а и 2) ввиду некоторых ее преимуществ. Совмещение отделения управления с трансмиссионным отделением сокращает общее число изолированных отделений в корпусе танка, способствует уменьшению его длины или при постоянной длине увеличивает объем боевого отделения. Облегчает центральное размещение боевого отделения с тяжелой башней и оставляет место на подбашенном листе корпуса для размещения люка водителя. Основной недостаток состоял в увеличенной общей высоте машины, приближавшейся к трем метрам.

$$H_0 = h_{ам} + h_n + h_{б.о} + h_{кр}$$

$$2900 = 500 + 480 + 1650 + 270, (3)$$

Высота $h_n = 400...500$ мм пола боевого отделения над днищем лимитировалась карданным валом, проходившим на уровне коленчатого вала двигателя и ведущего вала коробки передач. Высота $h_{б.о} = 1600...1700$ мм боевого отделения при ручном зарядании определяется ростом работающего стоя заряжающего. «Толщина» крыши $h_{кр}$ с выступающими над нею броневыми деталями в зависимости от наличия или отсутствия командирской башенки колеблется в широких пределах. Большая высота агрегатов

трансмиссии ($h_{ат}$) затрудняла получение снарядостойкой формы носа с большими углами наклона броневых листов. Возрастала опасность поражения впереди расположенных бортовых передач и ведущих колес. Сложно осуществлялось охлаждение трансмиссии, ухудшались условия обитаемости экипажа. Крайне затруднялись монтаж и демонтаж агрегатов трансмиссии из-под приваренных носовых и подбашенного броневых листов. Эти многочисленные недостатки привели к отказу от компоновки танков с носовым расположением трансмиссии.

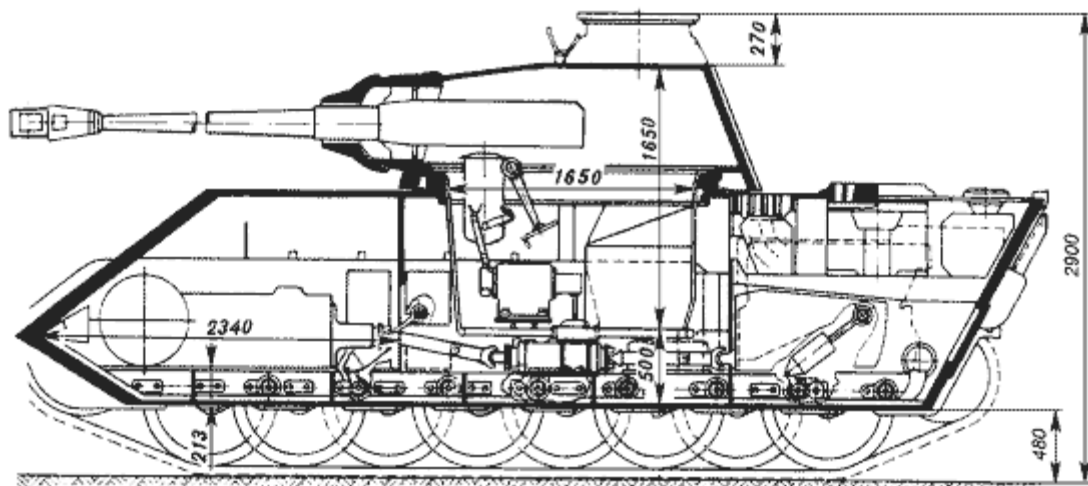


Рисунок 2. Схематичный разрез танка Pz. V с передним размещением трансмиссии

2) Особенности, отмеченные как недостатки предыдущей компоновки, для кормового расположения трансмиссии являются преимуществами. Отсутствие карданного вала позволяет примерно втрое снизить высоту h_n пола боевого отделения и существенно уменьшить общую высоту H_0 танка (3). Носовой части корпуса удается придать снарядостойкую форму с большим (60° и более) углом наклона верхнего броневых листов. Сзади расположенные бортовые передачи и ведущие колеса менее подвержены боевым поражениям. Трансмиссия непосредственно охлаждается за счет обдува ее агрегатов воздухом системы охлаждения двигателя. Условия обитаемости танка заметно улучшаются благодаря изоляции экипажа от тепло-, шумо- и газовыделяющих агрегатов трансмиссии герметичной моторной перегородкой. Монтаж и демонтаж значительно облегчаются за счет съемной установки броневых листов крыши моторно-трансмиссионного отделения.

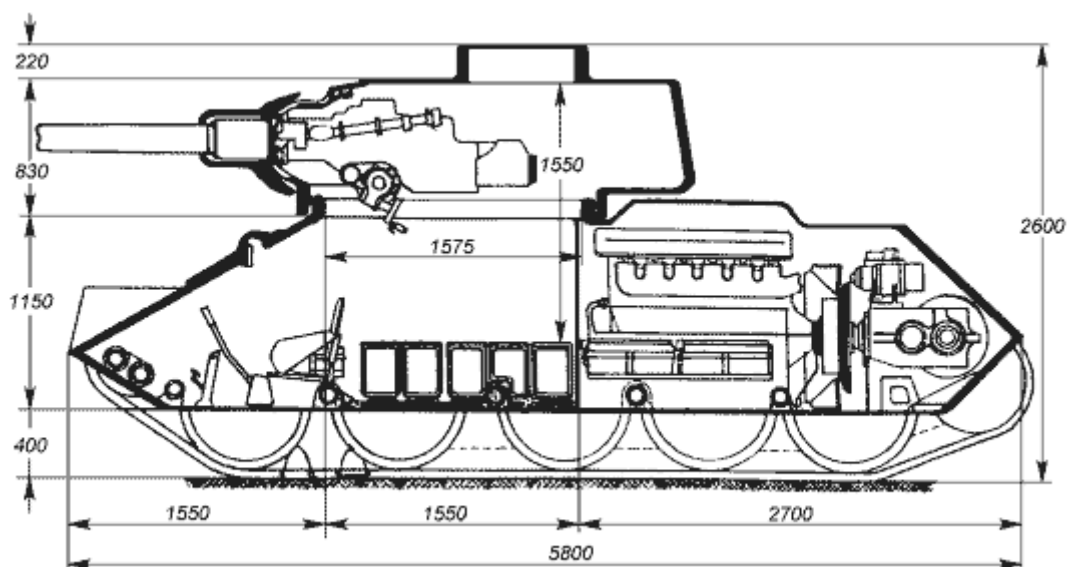


Рисунок 3. Схематичный разрез танка Т-34

Недостаток компоновки с кормовым расположением трансмиссии состоит в увеличенной длине танка из-за размещения в его корпусе четырех не совмещенных по длине отделений. Из-за большой длины моторного и трансмиссионного отделений боевое отделение с тяжелой башней смещается к носу, перегружая передние катки, не оставляя места на подбашенном листе для центрального и даже бокового размещения люка водителя. Возникает опасность «утыкания» выступающей вперед пушки в грунт при движении танка через естественные и искусственные препятствия.

Для исключения двух первых недостатков на советских танках Т-44 и позже Т-54 применена улучшенная компоновка (см. рис. 19,в и 4) с поперечным размещением длинного 12-цилиндрового дизеля и объединенным значительно (на 650 мм) укороченным моторно-трансмиссионным отделением. Это позволило удлинить боевое отделение до 30% длины корпуса, почти на 250 мм увеличить диаметр башенной опоры и впервые установить на средний танк мощную 100-мм танковую пушку вместо 85-мм пушки танка Т-34-85. Одновременно удалось башню сместить к корме, выделив на подбашенном листе место для люка водителя. Исключение пятого члена экипажа, удаление боеукладки с пола боевого отделения, перенос вентилятора с коленчатого вала двигателя на кронштейн кормы и сокращение габаритной высоты двигателя обеспечили уменьшение высоты корпуса танка Т-54 по сравнению с корпусом танка Т-34 примерно на 200 мм,

сокращение бронированного объема примерно на 2 м³ и усиление броневой защиты более чем в два раза при увеличении веса всего лишь на 12%.

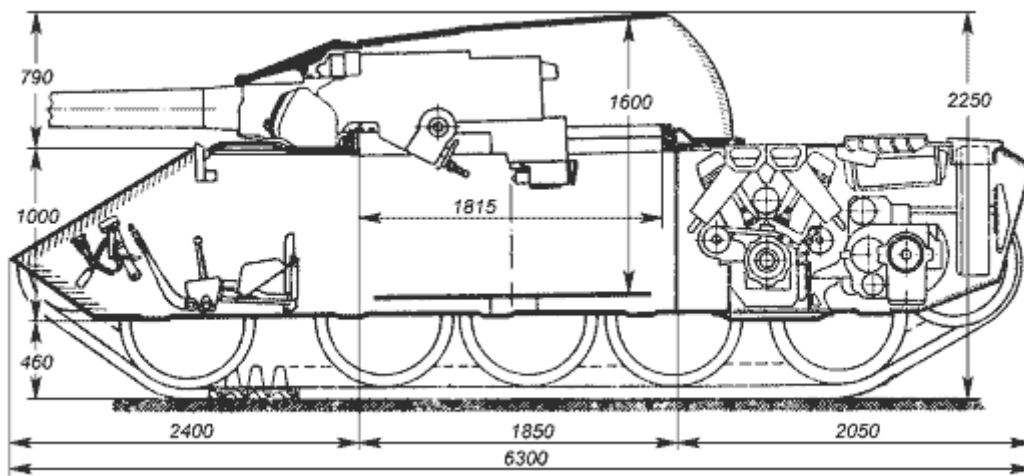


Рисунок 4. Схематичный разрез танка Т-54

3) Для легких танков, самоходно-артиллерийских установок, боевых машин пехоты и других объектов бронетанковой техники часто применяется общая компоновка с носовым расположением двигателя и трансмиссии у правого борта корпуса (см. рис. 1,г). Пост водителя при этом смещается к левому борту, по длине машины совмещается с моторно-трансмиссионным отсеком и отделяется от него теплоизоляционной перегородкой. Вся средняя и кормовая часть машины остается свободной для размещения мощного вооружения с обслуживающим персоналом, емкого десантного отделения или иного оборудования. Недостатки такой компоновки состоят в исключении оптимального центрального размещения водителя, в опасности перегрузки правой стороны ходовой части моторно-трансмиссионной группой, установленной у правого борта, в переднем расположении ведущих колес.

Зная все особенности танков, в частности трансмиссии, государство точно сможет добиться неоспоримого суверенитета как своей территории, так и территории других стран.

Литература

1. Трансмиссии современных танков А. Тельминов, А. Загудаев (Техника и вооружение. — 1989. — № 9. — С. 6-7)

2. Классификация и сравнительная оценка общих компоновок современных танков КТН, доцент С. С. Буров (Буров С. С. Конструкция и расчет танков. — М: ВА БТВ, 1973)

Трансмиссии самоходных колесных сельскохозяйственных машин и применяемые в них тормозные механизмы

Студент гр. 10903119 Долгий С.А.,
Научный руководитель – ст. пр. Комяк И.М.,
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Вопросы конструкций тормозных систем транспортных средств невозможно рассматривать в отрыве от конкретных схем трансмиссий, оказывающих существенное влияние на компоновку и функциональные параметры тормозных механизмов.

Исследованы трансмиссии более 160 моделей самоходных колесных сельскохозяйственных машин, 8 ведущих фирм ближнего и 36 дальнего зарубежья, наиболее известные конструкции мировых производителей гидромотор–колес, а также продукция 9 ведущих иностранных фирм, специализирующихся на выпуске тормозов.

В настоящее время трансмиссии самоходных колесных сельскохозяйственных машин можно подразделить на 3 класса: полностью механические, с двухмашинным гидрообъемным приводом, механической коробкой передач и мостом, с многомашинным (трех и более) гидрообъемным приводом (трансмиссии на базе гидромотор–колес).

Полностью механические трансмиссии самоходных колесных сельскохозяйственных машин, как правило, включает в себя клиноременной вариатор ходовой части, сцепление, коробку передач (диапазонов), главную передачу, дифференциал и бортовые редукторы. Трансмиссии полноприводных машин дополнительно имеют узел подключения, главную передачу, дифференциал и бортовые редукторы управляемого моста.

Мост ведущих колес может иметь отдельно или едино агрегатную конструкцию. Раздельно – агрегатное исполнение (модульный мост) является наиболее прогрессивным решением для такого рода конструкций. Модульное исполнение мостов самоходных сельхозмашин отражает общую тенденцию современного машиностроения – автономизацию агрегатов и узлов, самостоятельно монтируемых на машине.