

$\eta_2 = \eta_1 = 0,985$ . Видно, что рассматриваемые варианты двухступенчатой передачи с циркуляцией мощности имеют низкий КПД, который оказался даже ниже, чем у передач типа С и 3к (см. кривую 4).

Для оценки явления самоторможения передачи, которая представлена на рисунке 5, в таблице указана зависимость для расчета КПД при изменении направления передаваемой мощности (см. строку для кинематической схемы  $(AA)_{(h_1, h_2) b_1}^{b_2}$ ). При ведущем звене А (т.е. колесе  $b_1$ ) явление самоторможения возникает при следующих условиях:

при  $p_1 < p_2$ , если  $p_1/p_2 < 1/\eta_2 \eta_1$ ; при  $p_1 > p_2$ , если  $p_1/p_2 < 1/\eta_2 \eta_1$ .

При величине произведения  $\eta_2 \eta_1 = 0,97$  самоторможение реализуется при значении  $i_{AC}^B < 0,03$ , которому соответствует  $i_{CA}^B > 0,33$ . В передачах типа С и 3к самоторможение становится возможным при более высоких значениях передаточного отношения.

Передачи, которые выполнены по кинематическим схемам  $(AA)_{b_1(a_1, a_2)}^{b_2}$  или  $(AA)_{b_1(h_1, h_2)}^{b_2}$ , с успехом используются для создания установок, предназначенных для исследования прочности зубчатых передач, долговечности опор сателлитов и потерь мощности, теряемой на трение и перемешивание масло-воздушной смеси. Например, в статье [8] и справочнике [9] описаны стенды, спроектированные по замкнутой схеме  $(AA)_{b_1(h_1, h_2)}^{b_2}$ , в которой кинематические параметры испытываемых передач приняты одинаковыми  $p_1 = p_2$ . При этом условии передаточное отношение  $i_{(h_1, h_2) b_1}^{b_2} \rightarrow \infty$ , вал А, связанный с колесом  $b_1$ , не вращается и к этому звену подводится момент нагрузки с помощью рычага и динамометра. Величина мощности, циркулирующей в замкнутом контуре установки, определяется в зависимости момента нагрузки и угловой скорости вращения заблокированных звеньев  $h_1-h_2$  и  $a_1-a_2$ . Мощность приводного двигателя, вращающего заблокированные звенья  $h_1-h_2$  или  $a_1-a_2$ , определяется величиной мощности потерь.

**Выводы.** Дифференциально-замкнутые передачи с циркуляцией мощности в замкнутом контуре имеют пониженный КПД. Особенно низкий КПД характерен для передач по кинематическим схемам  $(AA)_{b_1(h_1, h_2)}^{b_2}$  или  $(AA)_{b_1(a_1, a_2)}^{b_2}$ , которые не могут быть рекомендованы для проектирования мощных и быстроходных редукторов. Областью возможного применения этих передач могут быть приводы кратковременного действия с высокими требованиями к самоторможению. Они могут быть использованы также для создания испытательных стендов, спроектированных по принципу замкнутого контура.

**Список литературы:** 1. Кудряцев В.Н. Планетарные передачи – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1966. – 308с. 2. Планетарные передачи. Справочник / Под ред. В.Н. Кудряцева и Ю.Н. Кирдяшева. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1977. – 536с. 3. Кудряцев В.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1980. – 464с. 4. Рекомендации "Планетарные зубчатые передачи. Основные термины, обозначения, классификация". – М.: ВНИИНМАШ Госстандарта СССР, 1976. – 50с. 5. Кудряцев В.Н., Кузьмин И.С., Филитенков А.Л. Расчет и проектирование зубчатых редукторов. Справочник. – СПб.: Политехника, 1993. – 448с. 6. Новое поколение многопоточных рычажно-зубчатых передач в высокоэнерговооруженных приводах машин воздушного, наземного и подземного базирования / П.Г. Сидоров, В.А. Крюков, А.В. Плясов // Теория и практика зубчатых передач. Сб. трудов симпозиума. – Ижевск, 2014. – С.468-477. 7. Крейнс М.А. Коэффициент полезного действия и передаточное отношение зубчатого механизма // Труды семинара по ТММ. Вып.1. – М.: АН СССР, 1947. 8. Проектирование и расчет циркуляционных систем смазки редукторов подводных / А.Л. Филитенков, Р.Ю. Кондратов // Теория и практика зубчатых передач. Сб. трудов симпозиума. – Ижевск, 2014. – С.160-167. 9. Редукторы энергетических машин. Справочник / Под ред. Ю.А. Держачева. – Л.: Машиностроение, 1985. – 232с.

Поступила (received) 08.02.2014

**В.Л. ЧЕРНЫШЕВ**, к.т.н., доцент каф. ДМ и ПМ НТУ "ХПИ";  
**К.Б. АРНАУДОВ**, д.т.н., проф., институт механики Болгарской академии наук, София;  
**А.Г. АКИНШИН**, аспирант каф. ДМ и ПМ НТУ "ХПИ"

## К ВОПРОСУ О КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ТАНКА "ЛЕОПАРД-1"

В статье рассматривается танк "Леопард-1". Особое внимание уделено силовой передаче, включающей дизель MB838CaM500 и трансмиссию 4НР-250. Представлены базовые характеристики силовой передачи, показано распределение силовых потоков в трансмиссии при стационарном режиме движения машины. Данные материалы позволяют перейти к задаче динамики переходных процессов в системе "водитель-двигатель-трансмиссия" и сопоставить с аналогичными процессами в танке Т-64А.

**Ключевые слова:** танк "Леопард-1", силовая передача, дизель MB838CaM500, трансмиссия 4НР-250, планетарные передачи.

**Введение.** На выставке вооружения ААД (ЮАР, сентябрь 2010) Украина впервые представила танк Т-64 БМ "Булат", последнего представителя Морозовской линейки Т-64, Т-64А, Т-64Б. Германия – "Леопард-2А4".

После Второй мировой войны, это было первое открытое противостояние двух танковых школ мирового уровня: СССР и Германии, каждая из которых имела свои научно-технические и производственные возможности, концептуальные взгляды на использования танков, как в период войны, так и в мирное время.

В 2011 году Колумбия объявила тендер на замену морально устаревших танков М-4А3 "Шерман" и М-3А1 "Стюарт". Танки БМ "Булат" и "Леопард-2" вновь встретились как соперники за Южно-Американский рынок вооружения.

Тактико-технические характеристики и соотношение "боевая эффективность/стоимость" танка БМ "Булат" не уступали своему конкуренту "Леопард-2А4" [1], но политическая нестабильность в Украине уже проявляла себя и давала свои результаты.

В 2011 году на ведущем танковом форуме Украины [2] было заявлено о начале проекта "Safari" – сравнительной оценке танков БМ "Булат" и "Леопард-1А5", как машин одного временного периода – второй половины 80-х годов XX века.

В качестве рабочего инструмента предполагалось использовать информационную технологию "Gill" [3], представляющей танк как замкнутую систему "СРЕДА-МАШИНА-ВОДИТЕЛЬ". В ее основу был положен метод динамического состояния (МДС) [4], [5] позволяющий моделировать динамику переходных процессов в силовой передаче, как неголономную механическую систему, с изменяющимся числом степеней свободы, обусловленную работой фрикционных устройств трансмиссии.

**Актуальность задачи.** В 80-е годы прошлого века, в СССР возникла необходимость в аналитическом моделировании динамики силовой передачи как замкнутой системы "СРЕДА-МАШИНА-ВОДИТЕЛЬ", позволяющей согласовать работу двигателя и трансмиссии с законами управления движением танка (тема "Молот").

Динамика переходных процессов в силовой передаче танка Т-64А, с использованием МДС, подробно рассмотрена в работах [4] и [5].

Аналитическое моделирование работы силовой передачи ОБТ "Леопард-1", с помощью МДС, невозможно без достоверных исходных данных по двигателю MB838CaM500 и трансмиссии 4НР-250. В связи с этим, получение данной информации считаем актуальным. Это позволяет смоделировать динамику

© В.Л. Чернышев, К.Б. Арнаудов, А.Г. Акиншин, 2014

силовой передачи "Леопард-1" в режимах разгона и торможения и сопоставить их с аналогичными параметрами танка Т-64А, представленными в работе [4].

**Перечень решаемых задач.** При реализации проекта "Safari", мы столкнулись со следующими двумя проблемами:

1. Необходимость разработки единой системы первичных базовых исходных данных (ЕСПБВД), по которым можно было бы, используя "Gill", получить вторичные (эксплуатационные) показатели объекта исследования: эргонометрические характеристики, циклограммы нагружения составных систем и узлов, средние скорости движения, показатели надежности и долговечности, как машины в целом, так и ее составных систем, в зависимости от дорожных условий и режимов эксплуатации.

2. Получение необходимых исходных данных танка "Леопард-1" и его моторно-трансмиссионной установки: двигатель MB838CaM500 и трансмиссия 4HP-250.

При изложении материала применяется структура, использованная в [4].



Рисунок 1 – Танк "Леопард-1"

**1. Объект исследования.** Объектом исследования является немецкий основной боевой танк "Леопард-1", рисунок 1 и его моторно-трансмиссионная установка, рисунок 2

Разработка танка началась в 1957 году. В качестве генерального подрядчика выступила фирма "Krauss-Maffei".

В 1963 году проект был полностью завершен, а с 1965 года ОБТ "Леопард-1" поступил на вооружение армии ФРГ.

Рассматриваемая система вооружения прошла пять последовательных модернизаций – "Леопард-1A1"... "Леопард-1A5". На базе гусеничного шасси "Леопард-1" были созданы мостоукладчик "Бипер", саперный танк "Пионирпанцер", ремонтно-эвакуационная машина "Стандарт" и СЗУ "Гепард".

В Германии, на заводах "Krauss-Maffei" и "Mak", было изготовлено 4470 танков "Леопард-1". В Италии, фирмой "ОТО-Мелара", по лицензии было изготовлено 720 единиц экспортного варианта "Леопард-1" под маркой OF-40 для поставок в Турцию и Грецию.

В настоящее время, танк "Леопард-1" находится на вооружении девяти стран, участниц блока НАТО: Германии, Бельгии, Дании, Италии, Канады, Нидерландов, Греции, Норвегии и Турции, а также Австралии. Общее число танков и военно-гусеничных машин на его шасси составляет более 6000 единиц.

Несмотря на длительную эксплуатацию в армиях многих стран и большое число источников информации [6, 7], получить необходимые данные ГТХ машины и ее системах оказалось очень сложно.

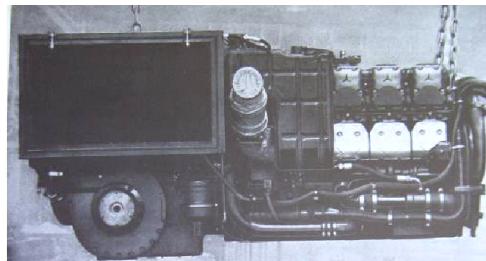


Рисунок 2 – Моторно-трансмиссионная установка ОБТ "Леопард-1"

**2. Моторно-трансмиссионная установка танка "Леопард-1".** В зарубежных танковых моторно-трансмиссионных установках (МТУ) широкое применение получила система монтажа двигателя, трансмиссии и обслужи-

вающих систем в единый сборочный блок, рисунок 2.

Применяемый дизель MB838CaM500, имеющий скоростной диапазон ~2 и работающая в блоке с ним гидромеханическая трансмиссия 4HP-250 с соответствующей разбивкой передаточных отношений планетарной коробки передач (ПКП) позволяют силовой передаче работать в режимах гидромеханической и чисто механической трансмиссии.

Компоновочное решение МТУ имеет ряд преимуществ:

1. Обеспечивается легкий доступ к узлам и агрегатам, повышается надежность и качество монтажа всего МТУ в целом.

2. Остановочные тормоза и бортовые редукторы установлены в корпусе машины, образуя самостоятельный узел.

3. Единый блок МТУ позволяет избежать излишних центровок при монтаже агрегатов. Длительность его замены силами экипажа в полевых условиях составляет 15...20 минут.

4. Использование 4-х резинометаллических опор снижает ударную нагрузку на МТУ, возникающую при движении танка и вызывающую взаимную расцентровку составных систем и узлов.

**2.1. Дизель MB838CaM500.** Танковый двигатель MB838CaM500 был разработан в начале 60-х годов фирмой MTU. Общий вид и его разрез показаны на рисунке 3.

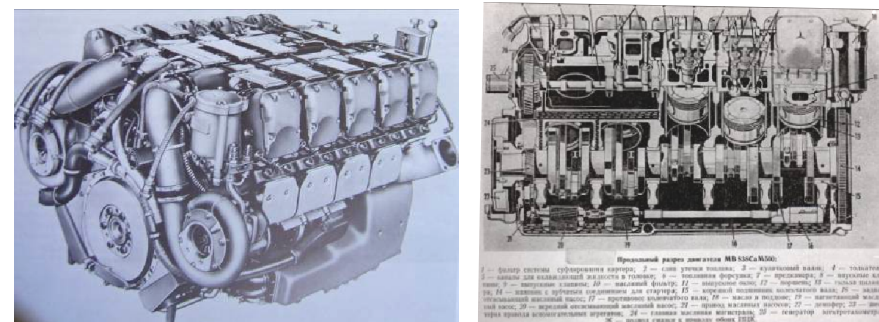


Рисунок 3 – Общий вид (а) и разрез (б) двигателя MB838CaM500

Это 10-цилиндровый, четырехтактный, предкамерный дизель жидкостного охлаждения. V-образный блок, с углом развала 90°, имеет высокую компактность и жесткость. Основные силовые детали (блок-картер, головки цилиндров, поршни) изготовлены из легких сплавов. Головки цилиндров индивидуальные, с расположенными по центру предкамеры и четырьмя клапанами. Гильзы цилиндров выполнены из чугуна мокрого типа, уплотняются в расточках блока резиновыми кольцами. Поршни изготовлены фирмой "Male" из высококремнистого сплава и охлаждаются маслом. Шатуны центральные, рядом сидящие, с косым разъемом. Коленчатый вал стальной, полноопорный, с противовесами и гидравлическим гасителем крутильных колебаний. Вал опирается на подшипники из трехкомпонентного материала.

Топливный золотниковый насос блочного типа и впускные коллекторы расположены в развале двигателя.

Надув осуществляется от двух приводных центробежных компрессоров, расположенных в передней части двигателя. Для предохранения привода компрессора от перегрузок предусмотрены центробежные фрикционные муфты.

Основное средство запуска – электростартер. Для облегчения запуска степень сжатия повышена до 19,5, а также введен предпусковой подогрев воздуха в предкамере с помощью свеч накаливания. Холодный пуск двигателя обеспечивается до температуры окружающей среды минус 18°C.

**2.2. Трансмиссия 4НР-250В.** В зарубежных танковых моторно-трансмиссионных установках (МТУ) широкое применение получили гидромеханические трансмиссии (ГМТ), основным узлом которых является гидротрансформатор (ГТ). Их использование дает возможность в 1,5...2,0 раза повысить надежность и долговечность МТУ за счет "срезания" пиковых нагрузок и гашения крутильных колебаний.

На танке Леопард-1" установлена ГМТ 4НР-250, разработанная фирмой "ZF" (рисунок 4) и выполненная по полнопоточной схеме [8].

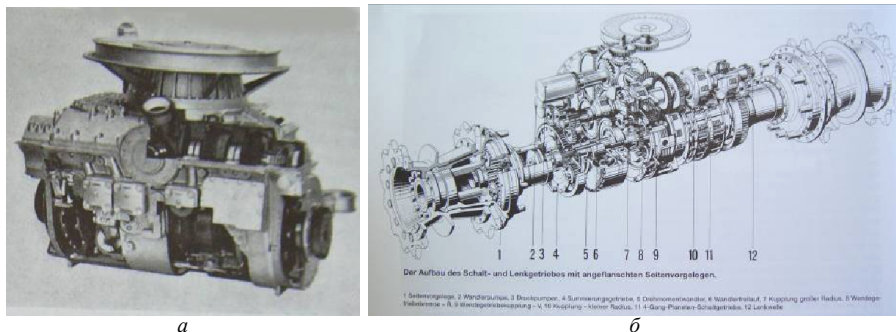


Рисунок 4 – Общий вид (а) и разрез (б) трансмиссии 4НР-250

Комплексная гидropередача установлена на входе в ПКП и включается в работу при преодолении машиной значительных сопротивлений движению.

В зависимости от дорожных условий, кинематическая схема трансмиссии и ее система управления позволяют танку реализовать следующие режимы движения:

1. По местности:
    - на 1, 2 и 3 передачах – в режиме ГМТ;
    - на 4 передаче – в режиме заблокированного ГТ.
  2. По дорогам:
    - на 1 передаче – в режиме ГМТ;
    - на 2,3 и 4 передачах – в режиме заблокированного ГТ.
  3. Движение задним ходом может осуществляться на двух передачах. На 1 передаче – в режиме ГМТ, а на 2 передаче – в только в режиме заблокированного ГТ.
  4. Система управления танком обеспечивает ручное и автоматическое переключение передач.
- Блокировка ГТ приводит к экономии топлива на 5...13%.

**2.2.1. Гидротрансформатор.** В трансмиссии 4НР-250 применен комплексный гидротрансформатор, работающий при прямолинейном движении в последовательном, а при повороте – в параллельном потоках мощности.

Включение в силовую передачу ГТ обеспечивает в широком диапазоне непрерывное и автоматическое изменение скорости и крутящего момента на выходном валу в зависимости от момента сопротивления вращению ведущих колес гусеничного движителя, что существенно облегчает управление движением танка.

Использование ГТ с КПД ~80% привело к существенному уменьшению тяговой характеристики и повышению тепловыделений в систему охлаждения.

Частота вращения насосного колеса на оптимальном режиме принимается равной 2400об/мин. Коэффициент автоматичности ГТ равен 0,175.

Основные геометрические размеры ГТ представлены в таблице 1.

**2.2.2. Планетарная коробка передач.**

Планетарная коробка передач (ПКП) имеет две степени свободы. Номера включаемых фрикционных устройств, значения передаточных отношений и КПД, в зависимости от передачи, приведены в таблице 2. Значение КПД определялось по методу Крейснеса, при условии, что КПД внешнего зацепления равно 0,985, а внутреннего – 0,99.

Кинематическая схема гидромеханической трансмиссии 4НР-250 приведена на рисунке 5.

Совмещение функциональных возможностей использования трансмиссии в режимах механической и гидромеханической передач существенно повышает тактико-технические и экономические показатели машины.

**2.2.3. Механизм поворота.** Механизм поворота (МП) танка "Леопард-1" многорадиусный, дифференциальный с двойным подводом мощности, представляет дальнейшее развитие конструкции, применяемой на танках Т-VIИ ("Тигр") и Т-VIВ ("Королевский тигр").

Основой МП представляет собой два взаимосамкнутых СПР, эпициклические шестерни которых, получают вращение от выходного вала ПКП 12. Солнечная шестерня левого СПР посредством согласующего редуктора 24 связана с главным валом МП 23, другой конец которого через согласующий редуктор 30 связан с солнечной шестерней правого СПР. Средний вал 22 связан с подвижными звеньями фрикционов Ф2, Ф3, Ф5, автологом 27 и первым согласующим редуктором правого борта 29.

Отличительной особенностью МП танка "Леопард-1" является наличие автолога между средним 22 и третьим промежуточным 26 валами.

Введение в конструкцию МП двухскоростного конического редуктора позволяет получить два фиксированных радиуса поворота на каждой передаче.

Следует отметить, что в принятой схеме МП в процессе движения машины в режиме включенного ГТ на величину минимальных расчетных радиусов существенное влияние оказывают преобразующие свойства ГТ.

С уменьшением скорости движения машины, сопровождающееся увеличением скольжения рабочих колес ГТ, в СПР обоих бортов происходит более высокое падение оборотов эпициклов, чем солнечных шестерен. Следствием этого является уменьшение величины расчетных радиусов поворота машины. Это свойство рассматриваемой схемы обеспечивает дополнительные возможности улучшения маневренных качеств и позволяет в различных дорожных условиях осуществлять более крутые повороты, не прибегая к переключению ПКП на низшую передачу.

Свойства дифференциального механизма поворота позволяют обеспечить поворот машины на месте вокруг центра тяжести. Этот режим реализуется на нейтральной передаче ПКП.

Таблица 1 – Геометрические размеры ГТ

Элементы ГТ	Число лопаток	Ширина сечения в мм	Угол лопасти на входе	Угол лопасти на выходе
Насос	32	2	-	~10°
Турбина	28	2	~145°	~30°
Реактор	16	2	-	~130°

Таблица 2 – Характеристики ПКП трансмиссии 4НР-250

Номер передачи	Включаемые фрикционы	Передаточное отношение ПКП	КПД ПКП
1	T1, Ф <sub>ПХ</sub>	4,64	0,980
2	T2, Ф <sub>ПХ</sub>	2,60	0,985
3	T3, Ф <sub>ПХ</sub>	1,667	0,990
4	Ф1, Ф <sub>ПХ</sub>	1,0	1,00
3X 1	T1, Ф <sub>3X</sub>	4,61	0,978
3X 2	T2, Ф <sub>3X</sub>	2,58	0,983

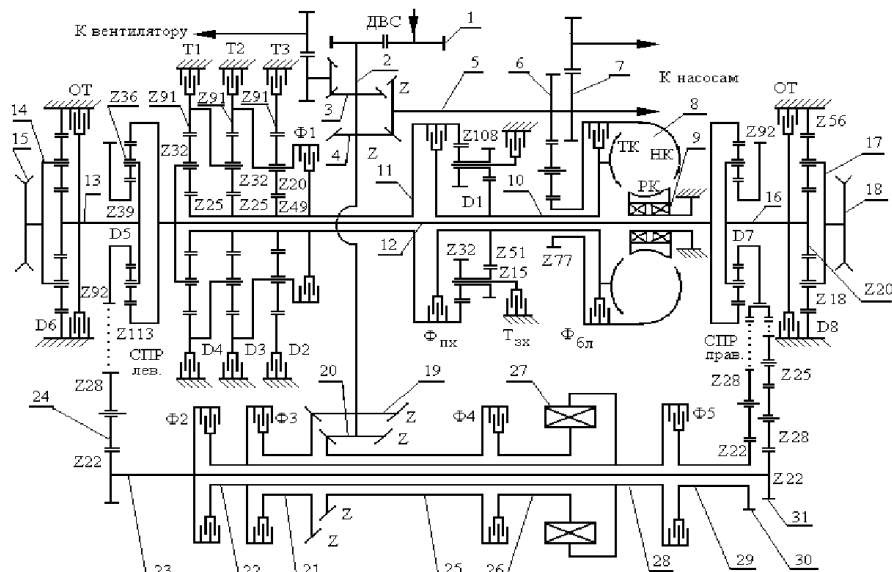


Рисунок 5 – Кинематическая схема трансмиссии 4НР-250:

D1 – входной планетарный механизм ПКП; D2, D3, D4 – планетарные механизмы соответственно 1, 2 и 3 передач; D5 – суммирующий планетарный ряд (СПР) левого борта; D6 – левый бортовой редуктор (БР); D7 – СПР правого борта; D8 – правый БР; НК – насосное колесо ГТ; ТК – турбинное колесо ГТ; РК – реакторное колесо ГТ; Ф<sub>вд</sub> – блокирующий фрикцион ГТ; Ф<sub>пх</sub> – блокирующий фрикцион прямого хода; Т<sub>зх</sub> – тормоз заднего хода; Т1, Т2, Т3 – соответственно тормоза включения 1, 2 и 3 передач; Ф1 – блокирующий фрикцион включения 4 передачи; Ф2 – фрикцион поворота левого борта; Ф3 – фрикцион быстрой передачи механизма поворота (МП); Ф4 – фрикцион медленной передачи МП; Ф5 – фрикцион поворота правого борта; Т<sub>лев</sub>, Т<sub>прав</sub> – соответственно, остановочные тормоза левого и правого бортов  
 1 – входной одноступенчатый цилиндрический редуктор с передаточным числом  $u = -0,73$ ; 2 – продольный вал; 3 – коническо-цилиндрический редуктор привода вентилятора системы охлаждения; 4 – коническо-цилиндрический редуктор приводов ГТ и масляных насосов; 5 – вал привода ГТ; 6 – согласующий редуктор ГТ с передаточным числом  $u=1,61$ ; 7 – привод масляных насосов; 8 – ГТ; 9 – обгонная муфта; 10 – вал турбинного колеса ГТ; 11 – входной вал ПКП; 12 – выходной вал ПКП; 13 – входной вал левого планетарного БР; 14 – водило левого БР; 15 – левое ведущее колесо; 16 – входной вал правого планетарного БР; 17 – водило правого БР; 18 – правое ведущее колесо; 19, 20 – соответственно, конические редукторы быстрой и медленной ступеней поворота МП; 21 – первый промежуточный вал МП; 22 – средний вал МП; 23 – главный вал МП; 24 – согласующий редуктор левого СПР; 25 – второй промежуточный вал МП; 26 – третий промежуточный вал МП; 27 – автолог (обгонная муфта); 28 – четвертый промежуточный вал МП; 29 – первый согласующий редуктор правого СПР; 30 – второй согласующий редуктор правого СПР

**2.2.2. Расчет потоков мощности при стационарном режиме движения.** Для оценки направлений потоков мощностей и расчета значений действующих моментов, при движении танка "Леопард-1" на различных передачах, использовался метод крутящих моментов, разработанный проф. К.Б. Арнаудовым и представленный в работе [8].

Приведенные результаты позволяют выполнить прочностные и геометрические расчеты планетарных рядов трансмиссии 4НР-250, выполнить ее конструкторскую проработку с целью определения моментов инерции составных деталей и узлов.

**2.2. Система охлаждения и смазки.** Система охлаждения жидкостная, закрытая, циркуляционная высокотемпературная. Абсолютное давление в системе 0,16МПа. Допускаемая длительная температура в системе до 93°C, кратковременная, не более 10мин – до 105°C.

Охлаждение воды осуществляется вентилятором, который включается при помощи термодатчика. Затраты мощности на привод вентилятора составляют 120л.с. Емкость системы 165л.

Система смазки комбинированная, циркуляционная с сухим картером, емкость системы 66л. Она обеспечивает смазку, охлаждение, управление фрикционными устройствами и подпитку гидротрансформатора.

В масляном баке емкостью 40л установлен теплообменник. При понижении давления в системе ниже 0,1МПа двигатель автоматически останавливается.

### 3. Выводы:

1. Представленная работа позволяет оценить конструктивные особенности и тактико-технические характеристики силовой передачи танка "Леопард-1", включая двигатель MB838CaM500 и трансмиссию 4НР-250.

2. Приведенные кинематическая схема трансмиссии 4НР-250 и рассчитанные потоки мощности для стационарного режима движения танка позволяют выполнить конструкторскую проработку ПКП, вычислить моменты инерции ее узлов и деталей.

3. Полученные результаты позволяют выйти на следующий уровень исследования: моделирование динамики переходных процессов в силовой передаче танка "Леопард-1", как замкнутой системе "водитель-двигатель-трансмиссия", и сопоставление их с аналогичными характеристиками танка Т-64А.

**Список литературы:** 1. БМ "Булат" против "Леопарда2А4". Сравнение ТТХ. [www.bvtv.narod.ru/raznoe/bulat-ko2.htm](http://www.bvtv.narod.ru/raznoe/bulat-ko2.htm). 2. Проект "Safari". <http://andrei-bt.livejournal.com/68940.html>. 3. Чернышев В.Л., Рагулин С.В. Информационная технология "Gill" и ее применение в создании подвижных комплексах вооружения. [www.bvtv.narod.ru/1/gill/gill.htm](http://www.bvtv.narod.ru/1/gill/gill.htm). 4. Чернышев В.Л., Остапчук Ю.А., Штулин А.А. Исследование силовой передачи танка Т-64А в режимах разгона и торможения на сухой грунтовой дороге // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ", 2013. – №41(1014). – С.157-167. 5. Чернышев В.Л., Акиншин А.Г. Оценка нагруженности планетарных рядов бортовой коробки передач танка Т-64А методом динамического состояния в режиме разгона. Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції / Національний університет цивільного захисту України. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – С.76. 6. Никольский М.В., Растопин М.М. Танки "Леопард" ФРГ. – М.: ООО "Виктория", 1998. 7. Spielberg I. Waffensysteme Leopard 1 und Leopard 2. 8. MPT'91 JSME International Conference on Motion and Powertransmission, Nov. 23-26 1991, Hiroshima, Japan.

Поступила (received) 11.03.2014

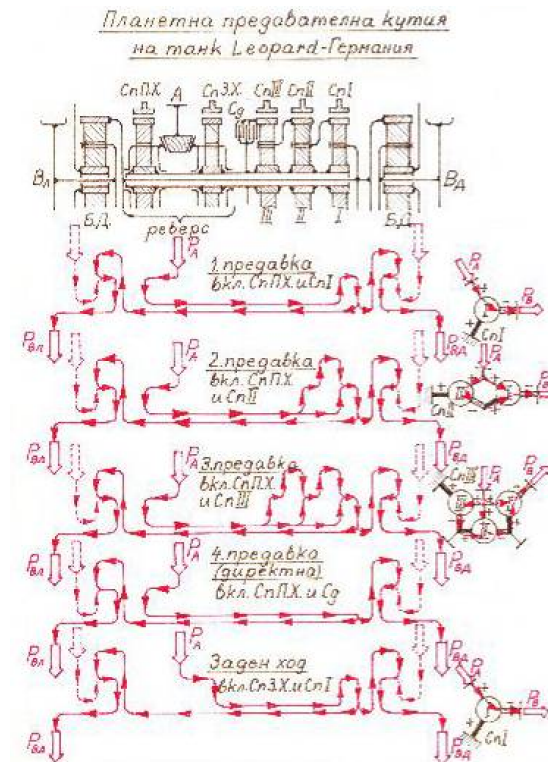


Рисунок 6 – Направления потоков мощности в зависимости от номера передачи