

ВЫБОР СХЕМЫ ТИПОВОГО ПЛАНЕТАРНОГО РЕДУКТОРА

©2016 В.П. Тукмаков

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

SELECTION CIRCUITMODEL OF THE PLANETARI GEAR

Tukmakov V.P. (Samara national research university, Samara, Russian Federation)

The programs of the calculation model of the planetary transmission, recommendations for the selection of the gear scheme in view of the radial, axial size and gear ratio.

При выборе редуктора следует стремиться к наиболее простой и технологичной схеме. Однако иногда на выбор схемы влияют дополнительные требования (ограничение габарита и веса, соосность, заданное межосевое расстояние). Поэтому заранее дать универсальную рекомендацию по выбору схемы редуктора нельзя. В каждом конкретном случае надо исходить из совокупности требований. Главное, на что следует обращать внимание при выборе схемы редуктора – это *передаточное отношение*.

Если надо осуществить большое передаточное отношение, но при этом вес редуктора

и его габариты должны быть наименьшими, то следует применять планетарные передачи.

Для 4-х схем *типовых планетарных редукторов* (рис. 1) на кафедре разработаны программы расчёта. Программы рассчитывают несколько вариантов сочетания чисел зубьев колёс для заданного передаточного отношения с учётом допуска, программа проверяет условия соосности, соседства и сборки. Из условия отсутствия подреза ножки зуба минимальное число зубьев для колёс внешнего зацепления в расчётах принято $z_{\min \text{ внеш}} = 17$, для колёс внутреннего зацепления – $z_{\min \text{ внут}} = 85$.

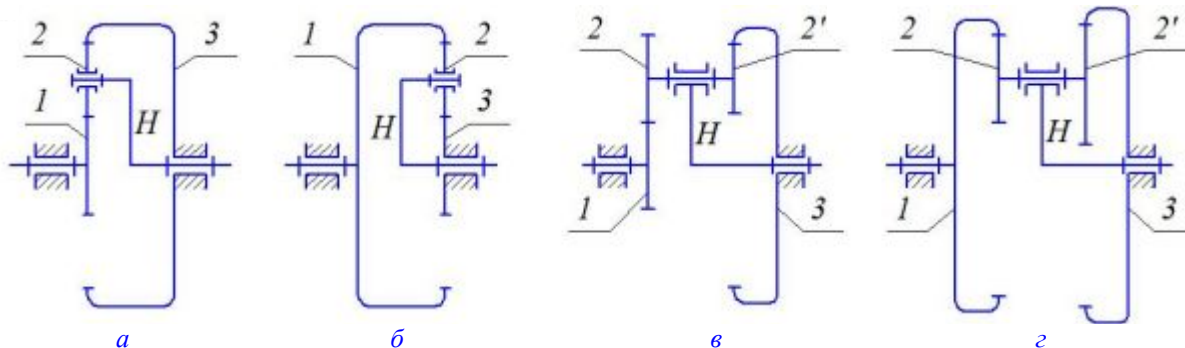


Рис. 1. Типовые схемы планетарных передач

Наибольшее распространение получила планетарная передача, показанная на рис. 1, а (передача Джеймса). Её применяют при передаточном отношении $u_{1H} = 3 \dots 8$, КПД при этом $0,92 \dots 0,97$. Редуктор имеет наименьшие габаритные размеры при $u_{1H} \leq 4$.

Планетарную передачу (рис. 1, в) со сдвоенными сателлитами (передача Давида) применяют для передаточных отношений от 7 до 25. Передаточное отношение в таком редукторе зависит уже не от двух (z_1 и z_3), а от четырёх колёс и поэтому оно при тех же габаритных размерах может быть увеличено по сравнению с редуктором Джеймса. Редукторы

этой схемы более компактны, размер по диаметру у них меньше, чем у редуктора Джеймса, но размер по оси колёс больше, равно как выше и стоимость изготовления. Если размер по диаметру играет решающую роль, то данный редуктор можно применять и при меньшем передаточном отношении, чем 7, но не менее 4. При $u_{1H} < 7$ по габаритным размерам редуктор Давида мало отличается от редуктора Джеймса, хотя конструкция его сложнее.

Сравним по габаритам передачу Джеймса (рис. 1, а) и передачу Давида (рис.

1, в) при различных передаточных отношениях.

При $u_{1H} = 6$ по расчёту получается для передачи Джеймса $z_1 = 17, z_2 = 34, z_3 = 85, a_n = 3$, для передачи Давида – $z_1 = 18, z_2 = 42, z_2' = 30, z_3 = 90, a_n = 3$. Следовательно, при $u_{1H} = 6$ диаметральные размеры передач одинаковы, если модули передач рав-

ны (рис. 2, а, б). При передаточном отношении $u_{1H} = 8$ по расчёту получается для передачи Джеймса $z_1 = 18, z_2 = 54, z_3 = 126, a_n = 3$, для передачи Давида – $z_1 = 18, z_2 = 42, z_2' = 30, z_3 = 90, a_n = 3$. Следовательно при $u_{1H} = 8$ передача Давида имеет диаметральные размеры меньше, а осевые больше (рис. 2, в, г).

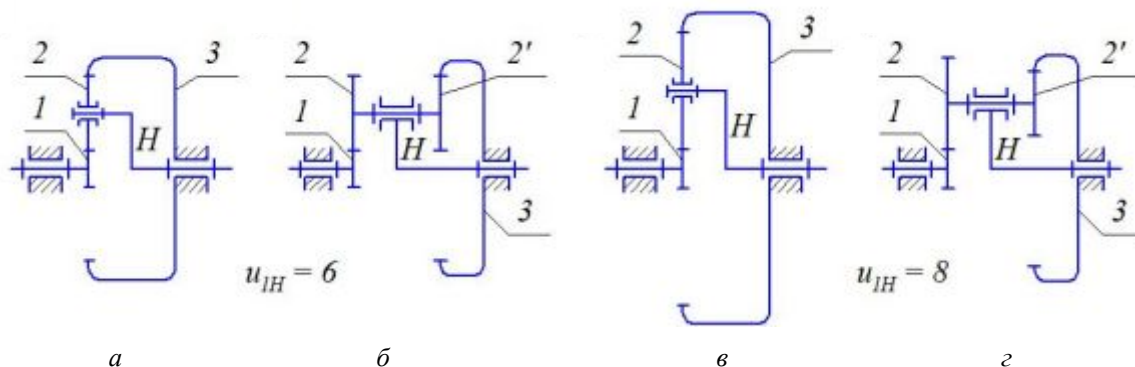


Рис. 2. Сравнение габаритов планетарных передач

Выигрыш в размерах планетарного редуктора даёт и применение нескольких сателлитов, так как при этом уменьшается нагрузка на каждый зуб и можно принять меньший модуль колёс. Поэтому для силовых передач число сателлитов надо выбирать возможно большим.

Разработанные программы рассчитывают комбинации чисел зубьев колёс. В табл. 1 показаны результаты расчёта редуктора (рис. 1, в) при $u_{1H} = 16$, показаны первые 5 комбинаций чисел зубьев.

Таблица 1 - Варианты сочетаний чисел зубьев колёс

z_1	z_2	z_2'	z_3	a_n
17	55	20	92	3
21	63	21	105	3
24	66	20	110	3
17	64	27	108	3
21	70	26	117	3

Габариты передач рассчитываются из условий прочности. Полученные варианты комбинации чисел зубьев при небольшой корректировке программы расчёта на прочность могут позволить провести оптимизацию кон-

струкции по габаритам, запасу прочности и плавности зацепления.

Для получения больших передаточных отношений в силовых передачах следует применять многоступенчатые схемы. Для получения равнопрочных передач рекомендуется назначать несколько большие передаточные отношения для быстроходных ступеней и меньшие – для тихоходных ступеней.

Планетарный механизм (рис. 1, г) позволяет осуществить очень большие передаточные отношения (от 100 до 10000), но при этом имеет очень низкий КПД (менее 10 %) и поэтому в силовых передачах не применяется. Этот механизм находит широкое применение в приборостроении. Передача Давида (рис. 1, г) понижает скорость вращения только при передаче движения от водила H к колесу I . Для передачи Давида (рис. 1, г) при $u_{H1} = 5000$ по расчёту получается $z_1 = 101, z_2 = 99, z_2' = 100, z_3 = 102$, при $u_{H1} = 10000$ по расчёту получается $z_1 = 100, z_2 = 99, z_2' = 100, z_3 = 101$.

Разработанные программы расчёта позволяют подобрать редуктор под любое передаточное отношение.