

Рис. 5. Зависимость передаточного отношения передачи от угла поворота водила при  $\Delta z = 3$  и  $\nu = 0,005$ :  
 —  $z_g = 60$ ; ---  $z_g = 80$ ; .....  $z_g = 100$

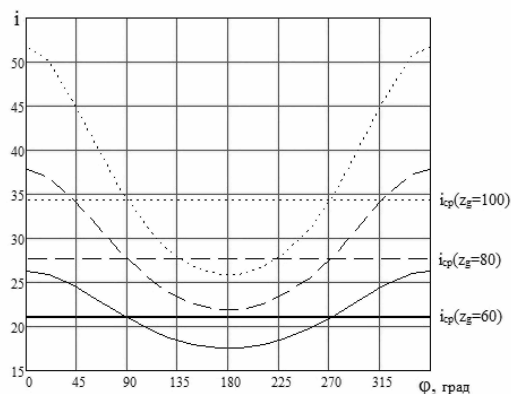


Рис. 6. Зависимость передаточного отношения передачи от угла поворота водила при  $\Delta z = 3$  и  $\nu = 0,01$ :  
 —  $z_g = 60$ ; ---  $z_g = 80$ ; .....  $z_g = 100$

Выполненное исследование позволяет определить конструкционные особенности планетарной передачи с однороликовым механизмом снятия движения с сателлита и оценить ее кинематические возможности.

#### Библиографические ссылки

1. Кудрявцев В. Н., Кирдяшев Ю. Н., Гинзбург Е. Г. Планетарные передачи : справочник. – Л. : Машиностроение, 1977. – 563 с.

2. Пат. № 2460917, РФ, МПК F16H 1/32. Планетарная передача / Ф. И. Плеханов, А. В. Овсянников. – Оpubл. 10.09.2012, бюл. № 25.

3. Овсянников А. В. Кинематика планетарной передачи с наклонными пазами роликового механизма снятия движения с сателлита // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 4(64). – С. 19–22.

4. Плеханов Ф. И. Зубчатые планетарные передачи. Типы, основы кинематики, геометрии и расчета на прочность : учеб.-науч. пособие для высших учебных заведений. – Ижевск : Удмуртия, 2003. – 200 с.

Получено 19.06.15

УДК 351.82

**Б. А. Якимович**, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

**С. А. Писарев**, доктор технических наук, кандидат экономических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

**Р. Р. Фархетдинов**, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

**Д. В. Чирков**, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ МОДУЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТА

**А**нализ конструкции современных общевойсковых автоматов показывает, что в большинстве случаев работа их автоматики основана на принципе отвода пороховых газов через отверстие в стенке канала ствола и передаче их энергии массивному ведущему звену автоматики – затворной раме, расходующей ее на совершение работ по перезаряданию оружия. Однако существует ряд других схем автоматики, имеющих те или иные преимущества, что приводит к вопросу о выборе для перспективного общевойскового автомата наиболее рациональной схемы работы автоматики и конструктивной компоновки. Для оценки этого необходимо определить предельные возможности различных конструктивных схем стрелкового оружия и конкретизировать ограничения, накладываемые каждой схемой на облик автомата в соответствии с перспективами развития стрелкового оружия.

Поскольку в настоящее время наиболее распространены образцы оружия с отводом пороховых газов через отверстие в стенке канала ствола (схема автомата Калашникова), то их параметры взяты за основу при проведении сравнительного анализа результатов исследований.

В ходе работы проведен анализ влияния различных конструктивных схем автоматики на повышение боевой эффективности оружия, степени его унификации, эксплуатационных и эргономических характеристик, а также на уменьшение массово-габаритных параметров оружия и снижение его стоимости.

### Об увеличении боевой эффективности оружия

При разработке отечественных автоматов всегда наблюдалось стремление повысить кучность стрельбы очередями, то есть увеличить вероятность поражения цели очередью из нескольких выстрелов. Для подавляющего большинства иностранных армий ха-

рактрно стремление повысить вероятность поражения цели одиночными выстрелами. Поэтому оценка конструктивных схем работы автоматики проведена исходя из возможности повышения меткости стрельбы как одиночными выстрелами, так и очередями.

Повышение вероятности поражения за счет применения очереди выстрелов имеет свои особенности. Проведенные исследования показали, что на дальностях до 300-400 м вероятность поражения определяется систематической ошибкой стрельбы, которую можно компенсировать рассеиванием выстрелов относительно точки прицеливания. При этом оптимальные величины характеристик рассеивания, например  $S_b \times S_v$ , имеют широкий (до 2 раз больше минимального) диапазон значений. На дальностях свыше 400 м основную роль начинают играть случайные ошибки стрельбы, и вероятность поражения можно повысить путем максимального увеличения кучности стрельбы короткими очередями, фактически сводя ее к кучности стрельбы одиночными выстрелами.

Повышение боевой эффективности путем увеличения кучности стрельбы одиночными выстрелами в основном достигается конструкторско-технологической отработкой автоматов и снижением технического рассеивания оружия и боеприпасов, а также в результате совершенствования прицельных приспособлений и повышения уровня подготовки стрелков.

*Схема с отводом пороховых газов через отверстие в стенке канала ствола с длинным или коротким ходом приводного поршня, прямым отводом пороховых газов к затворной раме и их комбинации.* Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показывают, что для данной схемы автоматики существенное увеличение кучности возможно при уменьшении импульса боеприпаса и увеличения инерционных характеристик образца. При постоянном импульсе боеприпаса и инерционных характеристиках существенное (до 3 раз) увеличение кучности стрельбы короткими очередями осуществимо за счет применения эффективного дульного тормоза-компенсатора. Другие мероприятия по изменению конструктивных или динамических характеристик дают незначительное улучшение характеристик рассеивания.

Повышение боевой эффективности за счет увеличения меткости стрельбы одиночными выстрелами для данной схемы автоматики возможно за счет применения диоптрического прицела, увеличения длины прицельной линии, введения механизмов боковой поправки, повышения уровня конструкторско-технологической отработки оружия, а также путем использования оптико-электронных приборов для прицеливания, целеуказания и наблюдения.

*Схема с отводом пороховых газов через отверстие в стенке канала ствола с подвижной противомассой (схема со сбалансированной автоматикой).* Испытаниями установлено, что образцы с данной схемой автоматики при использовании малоимпульсных патронов позволяют уменьшить характеристики рассеивания при стрельбе короткими оче-

редями примерно на 30 % в зависимости от положения для стрельбы. При этом данная оценка искажена тем, что масса и другие инерционные характеристики образцов с данной схемой работы автоматики выше, чем у образцов с отводом пороховых газов без подвижной противомассы. Кроме того, увеличение импульса боеприпаса снижает преимущества примененной данной схемы.

С точки зрения повышения меткости стрельбы одиночными выстрелами образцы со сбалансированной автоматикой показывают несколько худшую (на 10-20 %) кучность стрельбы одиночными выстрелами. Это объясняется неизбежным увеличением количества сопряженных со стволом деталей, меньшей массой ствола-моноблока и колебательными процессами в звеньях автоматики.

*Схема с полусвободным затвором (полужесткое заправление канала ствола).* Многократные испытания образцов с данной схемой автоматики показали, что кучность стрельбы короткими очередями по сравнению со схемой с отводом пороховых газов может быть незначительно увеличена в зависимости от положения стрелка при стрельбе. Меткость же стрельбы одиночными выстрелами из образцов оружия, использующих эти две схемы, практически одинакова. При этом начальная скорость пули у анализируемой схемы при сохранении длины ствола несколько ниже, чем у других схем автоматики.

*Схема с накопленным импульсом отдачи.* Кучность стрельбы короткими (2-3 выстрела) очередями для автомата АН-94, основанного на данной схеме работы автоматики, выше по сравнению с автоматом Калашникова примерно в 10-14 раз. Преимуществом высокой кучности является некоторое увеличение вероятности попадания (не более 1,5-2 раза) по характерным целям на дистанциях свыше 400 м, а также повышенное поражающее действие по характерным целям, не оснащенным средствами индивидуальной бронезащиты (СИБ) или оснащенным СИБ до 3-го класса бронезащиты. В автоматах с данной схемой работы автоматики также предусмотрен режим стрельбы очередями без использования накопления импульса отдачи. Кучность стрельбы очередями при этом ниже или на том же уровне, что у образцов с отводом пороховых газов через отверстие в стенке канала ствола.

Следует отметить, что стрельба на дистанции более 400 м не характерна для автоматов и малоэффективна с точки зрения расхода боеприпасов на поражение характерных целей. Стрельба на такие дистанции, как правило, ведется из устойчивых положений, для которых выигрыш в кучности стрельбы короткими очередями существенно меньше. Основным видом стрельбы на дистанции свыше 400 м является стрельба одиночными выстрелами.

Кучность стрельбы одиночными выстрелами из автоматов с накопленным импульсом отдачи, например, автомата АН-94, до 50 % ниже по сравнению с автоматом Калашникова из-за подвижности агрегатов оружия и ряда других трудно устранимых причин [1].

### Об увеличении степени унификации образцов оружия

Унификация несет большие выгоды с точки зрения экономической эффективности, логистического обеспечения, упрощения процессов обучения стрелков и обслуживания оружия. С точки зрения унификации при проектировании новых образцов и модернизации старых в них необходимо закладывать возможность создания других образцов и модификаций на их базе. Это накладывает определенные ограничения на конструкцию проектируемых образцов.

Отметим, что модульность оружия и его унификация неразрывно связаны между собой, так как модульный принцип в оружии может быть реализован только при возможности обеспечения унификации его деталей и узлов. Образно говоря, модульность оружия есть высшая форма его унификации.

*Схема с отводом пороховых газов через отверстие в стенке канала ствола.* Опыт применения оружия с данной схемой работы автоматики показывает широкие возможности его унификации и разбивания оружия на модули. Наиболее широкие возможности может обеспечить схема с отводом газов и коротким ходом приводного поршня, позволяющая создать модульные образцы с более рациональным функционально-структурным устройством его модулей и оружия в целом.

*Схема с полусвободным затвором.* Данная схема автоматики позволяет создать систему унифицированного модульного вооружения. Примерами служат системы образцов Н&К с роликовым запирающим и система образцов Барышева. Но поскольку эта схема проигрывает схеме с отводом пороховых газов из-за чувствительности узла запирающего к изменениям импульса патрона и параметров ствола, то это существенно затрудняет унификацию оружия и создание перспективных образцов модульного оружия. Например, может быть затруднено или невозможно использование холостых патронов, а также глушителей звука выстрела и боеприпасов с дозвуковой скоростью полета пули.

Остальные схемы проигрывают этим двум схемам по анализируемому критерию.

Проведены также исследования по влиянию различных конструктивных схем автоматики на уменьшение массово-габаритных характеристик оружия и стоимости оружия, на повышение его эксплуатационных и эргономических показателей. Кроме того, исследована возможность применения в различных конструкциях оружия вспомогательных средств поражения, наблюдения, прицеливания, целеуказания, а также средств удержания и управления оружием.

В результате исследований определено, что схема с отводом пороховых газов в интегральном плане обладает преимуществами, которые необходимы для создания высокоэффективного модульного автомата нового поколения [2].

### Об актуальности модульной схемы автомата

Модульный автомат состоит из главного объединяющего узла-платформы (по аналогии с автомоби-

лем) и отдельных функциональных узлов-модулей, например, модуля ударно-спускового механизма, баллистического модуля – ствола с узлом запирающего, и других модулей, подсоединяемых к платформе. Меняются модули – изменяется конструкция автомата и его тактико-технические характеристики.

Поэтому под различные боевые задачи создаются образцы автоматов, собранные на одной платформе, без увеличения номенклатуры принимаемых на вооружение различных новых образцов оружия. При этом увеличивается номенклатура только отдельных модулей, а не самого оружия. В этом случае будут удовлетворяться требования различных потребителей без существенного увеличения номенклатуры оружия при снижении затрат на его производство и эксплуатацию.

Таким образом, преимуществом модульной схемы является то, что пользователь оружия может самостоятельно выбирать и устанавливать различные модули на платформе и тем самым получать необходимый образец оружия для решения конкретной боевой задачи. Этим модульный принцип отличается от унификации оружия, сохраняя ее преимущества [3].

Например, при использовании модульного оружия в армейских условиях военнослужащий может целенаправленно подсоединять к платформе – основному оружейному модулю – те или иные модули и получать «новые» образцы оружия для выполнения конкретных боевых задач, например, автомат, снайперскую винтовку, ручной пулемет, пистолет-пулемет.

На рисунке показан модульный автомат, кинематическая схема, модульная компоновка и внешний вид которого разрабатываются в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова на кафедре «Стрелковое оружие».



Внешний вид модульного автомата

Такое модульное оружие становится конкурентоспособным. По такому принципу может быть выполнено и охотничье оружие, что подтверждает перспективность этого принципа и его практическую значимость.

### Библиографические ссылки

1. Писарев С. А., Фархетдинов Р. Р. Анализ тенденций развития стрелкового оружия на примере общевойсковых автоматов // Вестник ИжГТУ. – 2015. – № 2(66). – С. 27–30.
2. Там же. С. 28.
3. Профессия «оружейник» – единство образования, науки, производства / под общ. ред. С. А. Писарева, Б. А. Якимовича. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2014. – С. 293-297.