

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУКТИВНО-КОМПАНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ
НА ПРЕДЭСКИЗНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ БРОНЕТЕХНИКИ**

Создание новых объектов бронетехники вообще и танков, БМП, БТР в частности, как правило, связано с обоснованной необходимостью достижения максимально возможных показателей ТТХ отражающих приоритетное свойство вновь создаваемого объекта при условии, как минимум, не ухудшения других показателей, что определяется формулой приоритета [1]. Эта задача решается в условиях достаточно жестких массо-габаритных и стоимостных ограничений. С учетом того, что объект бронетехники является сложной технической системой, простое наращивание какого-либо свойства будет неизбежно приводить к ухудшению, по крайней мере, одного другого. Поэтому решение задачи разработки нового образца бронетехники представляется не как прямое наращивание его основных свойств, а как результат многовариантного поиска рационального сочетания приоритета и компромиссов огневой мощи, подвижности и защищенности.

Так, для танка основными ограничениями являются массо-габаритные, к которым относятся полная масса, высота по крышу башни и длина броневого корпуса, ширина по гусеницам, среднее давление на грунт, а также дополнительные условия по авиа-транспортальности.

Таким образом, в процессе создания нового образца БТТ необходимо решить комплексную задачу интеграции элементов конструкции в единую систему в рамках ограничений. При этом представляется практически важным получить оценки основных показателей уже на концептуальном уровне проектирования (рис. 1) и в дальнейшем, на ранних этапах и заключительном, добиваться неснижения этих показателей.

Поскольку, если не найдено принципиально новое техническое решение, повышение какого-либо свойства неизбежно связано с увеличением массы или объема элементов, обеспечивающих это свойство, то представляется целесообразным оценивать конструктивно-компоновочные решения на основе доли массы или объема, обеспечивающих соответственно огневую мощь ($M_{воор}$; $V_{воор}$), защищенность (M_3 ; V_3) и подвижность (M_n ; V_n).

Здесь следует подчеркнуть важность выбора общей схемы компоновки машины, которая существенно влияет на возможность достижения рационального сочетания свойств создаваемого образца. Причем до настоящего времени используются не только так называемые классические компоновки причем как для танков, так и для БМП и БТР [2].

Обозначим конструктивные размеры машины (рис. 2) L – длина, B – ширина, $H' = H - \Delta_{кл}$, где $\Delta_{кл}$ – дорожный просвет, высота. Определим приведенный линейный размер машины как среднегеометрическую величину габаритных размеров

$$L_{прив} = \sqrt[3]{B \cdot L \cdot H'}, \tag{1}$$

и перейдем к фиктивному объему машины, который определим как

$$V_{фигт} = L_{прив}^3, \tag{2}$$

представив таким образом объем машины в виде куба с гранью $L_{прив}$.

Обозначим M_{Σ} – массу машины и введем понятие средняя плотность компоновки, которую определим как

$$\bar{\rho}_{комп} = \frac{M_{\Sigma}}{V_{фигт}} = \frac{M_{\Sigma}}{L_{прив}^3} = \left[\frac{кг}{м^3} \right], \tag{3}$$

где $\bar{\rho}_{комп}$ – средняя плотность компоновки.

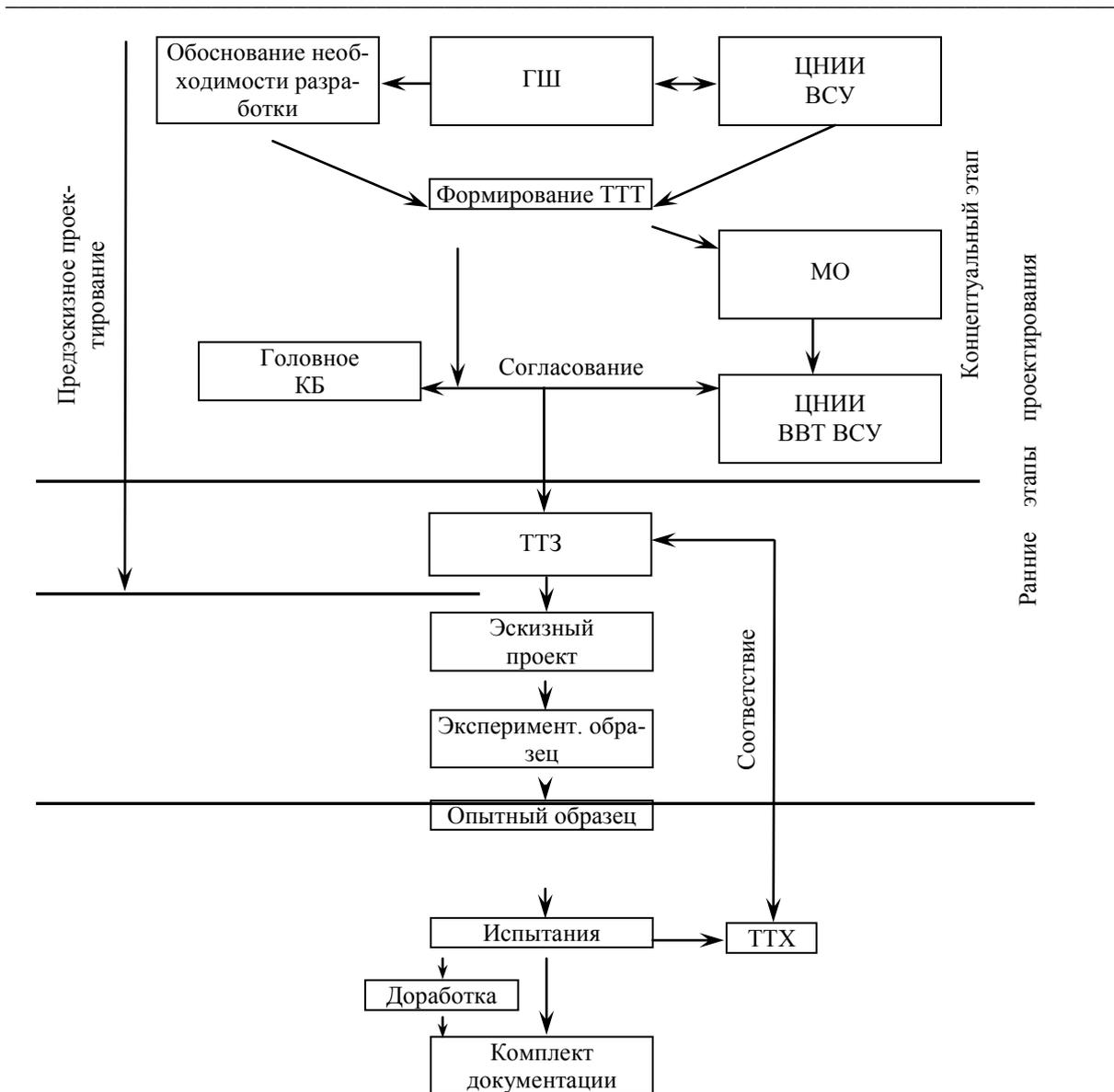


Рисунок 1 – Основные этапы разработки и создания ОБВТ

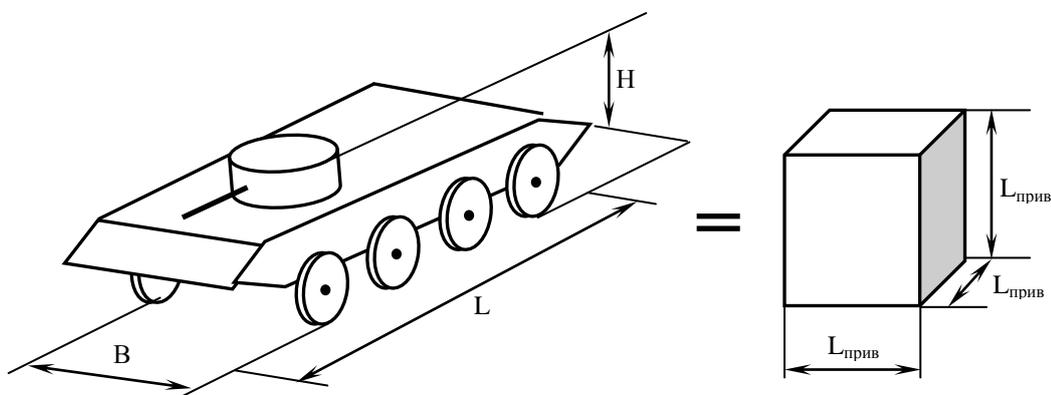


Рисунок 2 – Эквивалентирование габаритных размеров машины кубу с гранью $L_{прив}$

В свою очередь масса машины может быть представлена как сумма масс элементов бронезащиты ($M_{бз}$), несущих конструкций ($M_{нк}$) и полезной массы ($M_{пол}$), которая включает вооружение, боекомплект,

двигатель с трансмиссией, ходовую часть, топливо и прочие элементы, а также экипаж. Тогда с учетом того, что

$$M_{\text{бз}} + M_{\text{нк}} = M_{\text{бз,нк}}; \quad (4)$$

$$M_{\Sigma} = M_{\text{бз,нк}} + M_{\text{пол}}. \quad (5)$$

Применяя аналогичные рассуждения для объема, получим

$$V_{\text{фигт}} = V_{\text{бз,нк}} + V_{\text{пол}}. \quad (6)$$

Разделив левые и правые части выражений (5) и (6) на M_{Σ} получим

$$\frac{M_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}} + \frac{M_{\text{пол}}}{M_{\Sigma}} = 1; \quad (6')$$

$$\frac{V_{\text{фигт}}}{M_{\Sigma}} = \frac{V_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}} + \frac{V_{\text{пол}}}{M_{\Sigma}} = \frac{1}{\rho_{\text{комп}}}. \quad (7)$$

В этих выражениях $\frac{V_{\text{пол}}}{M_{\Sigma}}$ – удельный полезный объем; $\frac{M_{\text{пол}}}{M_{\Sigma}}$ – удельная полезная масса.

$$m_{\text{пол,уд}} = \frac{M_{\text{пол}}}{M_{\Sigma}} = \frac{M_{\Sigma} - M_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}} = 1 - \frac{M_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}}; \quad (8)$$

$$v_{\text{пол,уд}} = \frac{V_{\text{пол}}}{M_{\Sigma}} = \frac{V_{\text{фигт}} - V_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}} = \frac{1}{\rho_{\text{комп}}} - \frac{V_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}}. \quad (9)$$

С учетом того, что $M_{\Sigma} = \frac{V_{\text{пол}}}{v_{\text{пол,уд}}}$ перепишем (8) в виде

$$m_{\text{пол,уд}} = 1 - \frac{M_{\text{бз,нк}}}{V_{\text{пол}}} \cdot v_{\text{пол,уд}} = 1 - \frac{M_{\text{бз,нк}}}{V_{\text{пол}}} \cdot \left(\frac{1}{\rho_{\text{комп}}} - \frac{V_{\text{бз,нк}}}{M_{\Sigma}} \right); \quad (10)$$

Выражение (10) связывает полезные удельные массу и объем, и $\rho_{\text{комп}}$.

Отметим, что масса отдельных элементов машины M_i , может быть определена как

$$M_i = \rho_i(H, L, B) \cdot V_i, \quad (11)$$

где V_i – объем соответствующего элемента конструкции.

С учетом этого массу машины M_{Σ} можно определить как

$$M_{\Sigma} = \int_V \rho(H, L, B) dV. \quad (12)$$

Такой подход позволяет в условиях ограничений на массу отдельных элементов определить, каковы должны быть плотности компонок в пределах выделенных объектов, определить необходимость увеличения объема или возможность его сокращения для конкретного элемента, а также сформулировать требования к элементам, чтобы они удовлетворяли массогабаритным ограничениям.

Многообразие возможных конструктивных решений элементов машины и их интеграция в единую систему приводит, с одной стороны, к большому числу вариантов конструкторских проработок. С другой

стороны, в виду сложных прямых и обратных связей, а также наличия ограничений все эти варианты характеризуются единой номенклатурой показателей с относительно небольшим диапазоном варьируемых значений. Это, в свою очередь, приводит к заключению, что существует некоторая область конструкторских решений, причем для каждого независимого, а следовательно и зависимого показателя существуют наименьшие и наибольшие допустимые значения, между которыми и лежат значения для различных вариантов конструктивных решений. Причем каждый новый набор сочетаемых показателей определяет облик нового варианта машины.

Будем считать основными качественными свойствами объекта бронетехники огневую мощь, подвижность и защищенность. Им соответствуют доли массы машины, которые составляют элементы, обеспечивающие эти свойства. Тогда известное уравнение существования конструкции запишем

$$M_{\Sigma} = M_{\text{воор}} + M_{\text{п}} + M_{\text{б3}}, \quad (13)$$

или в безразмерном виде

$$\frac{M_{\text{воор}}}{M_{\Sigma}} + \frac{M_{\text{п}}}{M_{\Sigma}} + \frac{M_{\text{б3}}}{M_{\Sigma}} = 1. \quad (13')$$

Понятно, что отношения $m_i = \frac{M_i}{M_{\Sigma}}$ – весовые коэффициенты, которые могут в пределе достигать значения единицы, то есть

$$m_{\text{воор}} \cdot M_{\Sigma} + m_{\text{п}} \cdot M_{\Sigma} + m_{\text{б3}} \cdot M_{\Sigma} = M_{\Sigma}. \quad (14)$$

С учетом этого можно определить часть плоскости, проходящей через три точки $\frac{M_{\text{воор}}}{M_{\Sigma}} = 1$; $\frac{M_{\text{п}}}{M_{\Sigma}} = 1$; $\frac{M_{\text{б3}}}{M_{\Sigma}} = 1$, как область существования возможных конструктивных решений (рис. 3).

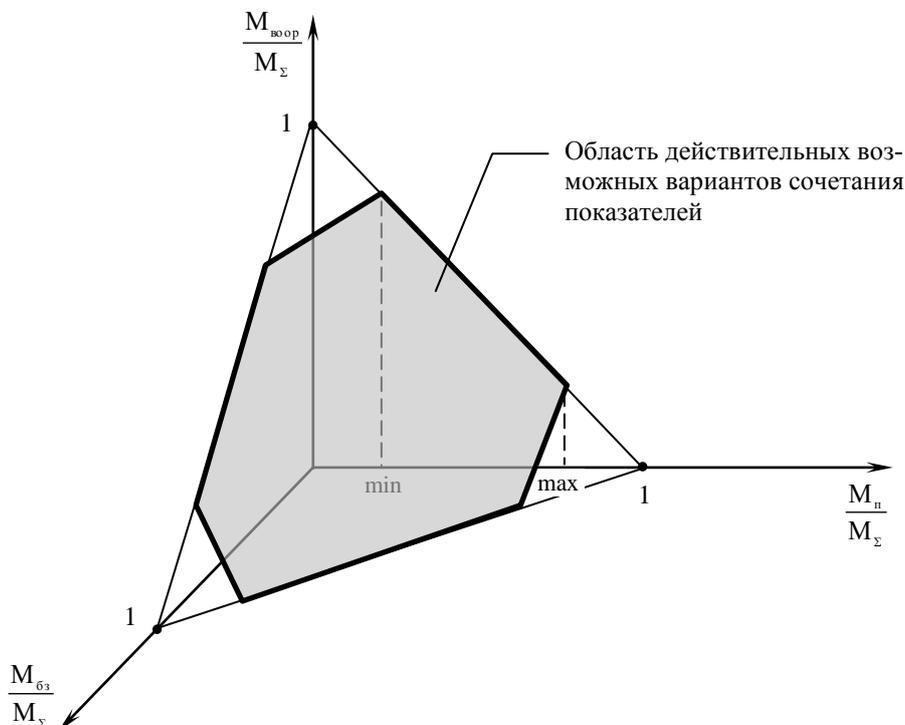


Рисунок 3 – Область существования возможных конструктивных решений и подобласть действительных вариантов конструкторских проработок.

Вершини трикутника відповідають предельним ідеальним случаям, коли вся маса машини використовується для забезпечення одного якісного властивості. Як було вказано вище, дійсна область уже і може бути визначена на основі парних комбінацій показників з виділенням мінімально допустимих і максимально можливих значень показників (рис. 4).

З урахування цього, область дійсних рішень звужується і трансформується в шестикутник (рис. 3).

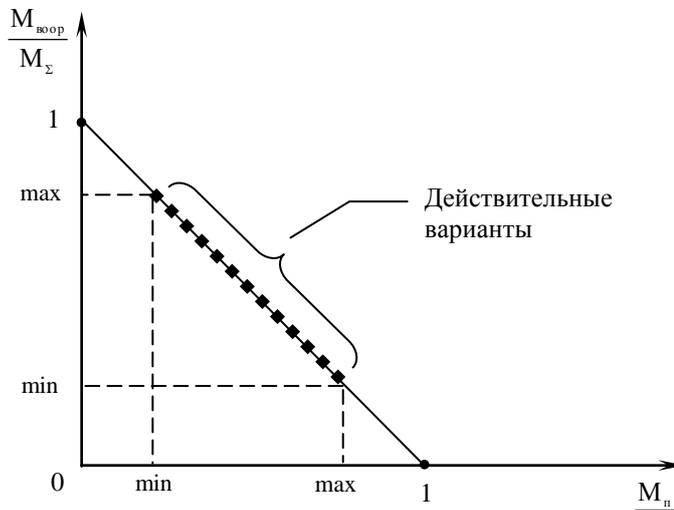


Рисунок 4 – К визначенню діапазонів дійсних значень показників

В заключення відзначимо, що для кожного типу БТТ – танк, БМП, БТР визначення області дійсних значень представляє самостійну задачу. Крім цього важливою представляється задача оцінки якості варіанта конструктивно-компоновочного рішення, що повинно реалізовуватися на основі розробки критеріїв для відповідних показників, причому з урахуванням призначеного пріоритету і компромісів.

Література

1. Аніпко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. Концептуальне проектування об'єктів бронетанкової техніки. – Х.: Изд-во НТУ "ХПИ", 2008. – 188 с.
2. Полная энциклопедия танков мира 1915–2000 /Сост. Г.Л. Холявский/ МНІ ООО "Харвест", 2000 – 576с.

УДК 355.014: 623.522

Аніпко О.Б., Бусяк Ю.М., Цєбрюк І.В.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУКТИВНО-КОМПАНОВОЧНИХ РІШЕНЬ НА ПЕРЕДЕСКІЗНИХ ЕТАПАХ ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ БРОНЕТЕХНІКИ

У статті розглянуті питання визначення щільності компоновки, а також відносна маса зразка бронетанкової техніки для формування області можливих варіантів основних властивостей об'єкту бронетехніки.

Anipko O.B., Busyak Y.M., Tsebryuk I.V.

THE CONCEPTUAL PRINCIPLES OF CONSTRUCTION AND ARRANGEMENT SOLUTIONS AT A PRE-DRAFT STAGE OF AN ARMORED VEHICLES PROJECTING

The article deals with the determination of an arrangement density and with the relative weight of an armored vehicle to create the range of possible variants of an armored vehicle's basic qualities.