

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БЛОКА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУЧНОГО ЛОМА ИГ-4601**

**Б.Н. Глотов**

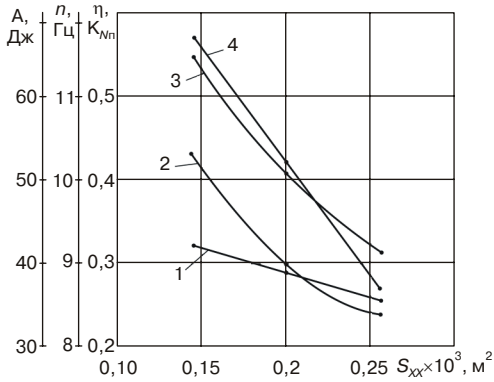
Кафедра строительных и дорожных машин  
Карагандинский государственный технический университет  
*Бульвар Мира, 56, Караганда, Казахстан, 100027*

Приведены результаты исследований по установлению закономерностей влияния конструктивных параметров гидравлического ручного лома ИГ-4601 на показатели назначения. Определены рациональные значения конструктивных параметров.

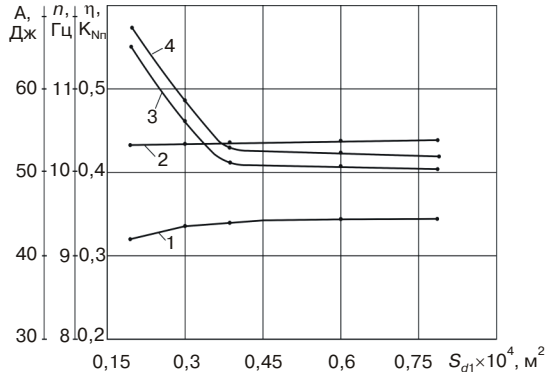
Для выбора рациональных конструктивных параметров гидравлического ручного лома ИГ-4601 в качестве целевых функций могут служить: полный КПД и его составляющие объемный и гидромеханический КПД, характеризующие уровень технического и конструктивного решения; коэффициент использования мощности гидропривода, характеризующий рациональную загрузку выбранного гидропривода [1]. В качестве интегральной целевой функции может использоваться оценка КПД, учитывающая оба вышеуказанных фактора. При заданной мощности гидропривода максимум функции оценки КПД всегда определяет максимальное значение ударной мощности, причем это необязательно должно соответствовать максимальным значениям полного КПД и коэффициента использования мощности гидропривода. Чем выше значения объемного, гидромеханического и полного КПД, тем больше соответственно частота, энергия удара и ударная мощность лома. Рассмотрим последовательно влияние основных конструктивных параметров энергетического блока на полный КПД, его составляющие и выходные показатели исследуемого гидравлического лома.

Совершенствование уровня конструктивного решения гидравлического ручного лома, направленное на повышение его выходных показателей, возможно за счет повышения коэффициента использования мощности гидропривода.

Повышение уровня давлений на рабочем цикле лома можно осуществлять за счет уменьшения площади камеры холостого хода  $S_{xx}$  или площади дросселя  $S_{dl}$ . На рис. 1 показаны результаты решения математической модели [2] полученные при постоянном значении площади дросселя  $S_{dl}$ , а на рис. 2 — при постоянном значении площади  $S_{xx}$ . Анализ полученных результатов показывает, что при уменьшении площади  $S_{xx}$  полный КПД (кривая 1) возрастает от 0,256 до 0,32 (рис. 1), а при уменьшении площади  $S_{dl}$  полный КПД (кривая 1) уменьшается с 0,342 до 0,32 (рис. 2).



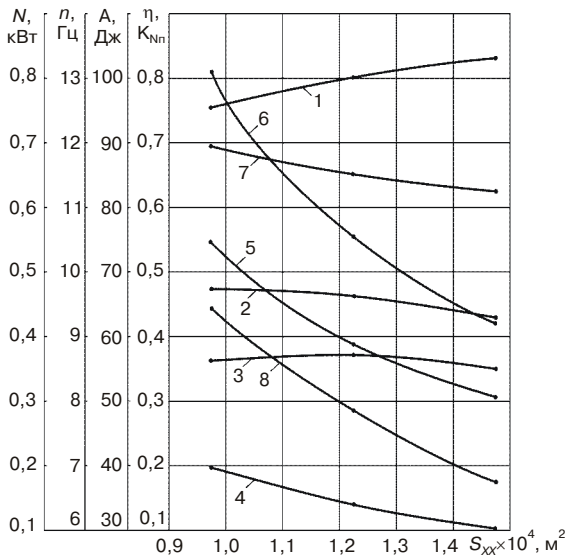
**Рис. 1.** Изменение показателей в зависимости от площади камеры холостого хода



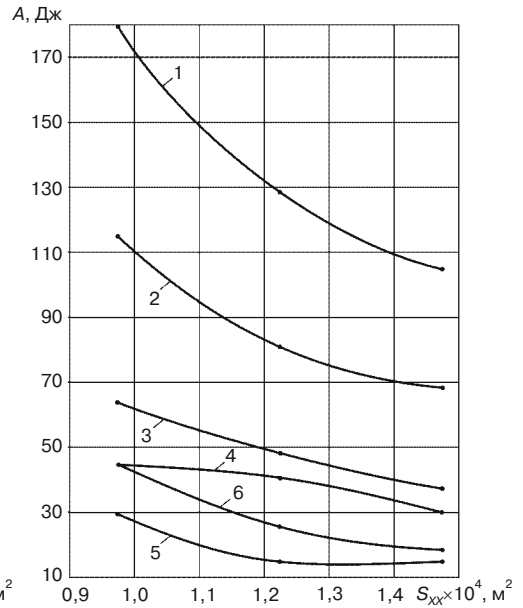
**Рис. 2.** Изменение показателей в зависимости от площади дросселя

Коэффициент использования мощности гидропривода (кривые 3), энергия удара поршня-бойка (кривые 4) и частота ударов (кривые 2) в обоих случаях возрастают. Однако изменение частоты ударов более интенсивно проявляется при уменьшении  $S_{xx}$ , когда она повышается с 8,42 до 10,3 Гц (рис. 1, кривая 2). Это объясняется тем, что при постоянной подаче насоса с уменьшением площади камеры холостого хода наряду с увеличением давления увеличивается и скорость холостого хода поршня-бойка. При этом сокращается длительность рабочего цикла, соответственно увеличивается частота ударов. При уменьшении  $S_{d1}$  частота ударов (рис. 2, кривая 2) практически не изменяется (от 10,39 до 10,3 Гц), так как увеличивается только уровень давлений, а скорость холостого хода поршня-бойка даже может несколько уменьшиться за счет возрастания утечек, т.е. длительность рабочего цикла имеет тенденцию к увеличению, а частота ударов соответственно к уменьшению. Следовательно, более рациональным является повышение коэффициента использования мощности гидропривода за счет уменьшения площади камеры холостого хода.

Из анализа результатов решения математической модели полученных при постоянном значении  $S_{d1}$ , равном  $0,0000785 \text{ м}^2$ , и уменьшении  $S_{xx}$  от  $0,000148$  до  $0,000097 \text{ м}^2$  в соответствии с рис. 3, следует, что коэффициент использования мощности гидропривода и оценка КПД повышаются (кривые 5 и 4). При постоянной мощности гидропривода это предопределяет максимальную ударную мощность (кривая 6) при  $S_{xx}$  равной  $0,000097 \text{ м}^2$ , причем возрастают обе ее составляющие: энергия и частота ударов поршня-бойка (кривые 8 и 7). Однако более интенсивно возрастает энергия удара (от 37,7 до 64,6 Дж), тогда как частота ударов изменяется от 11,29 до 11,98 Гц. Объясняется это более существенным увеличением коэффициента использования мощности гидропривода (от 0,305 до 0,548 или в 1,8 раза), тогда как полный КПД изменяется от 0,356 до 0,372 и далее уменьшается до 0,36 (кривые 5 и 3). Характер изменения полного КПД обусловлен изменением его составляющих. Так, с уменьшением  $S_{xx}$  объемный КПД уменьшается, а гидромеханический КПД возрастает (кривые 1 и 2).



**Рис. 3.** Изменение показателей в зависимости от площади камеры холостого хода



**Рис. 4.** Функции изменения затрат энергии и ее составляющих за рабочий цикл лома

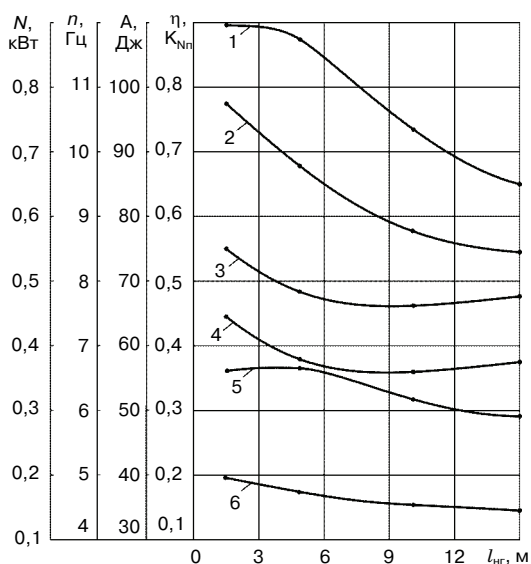
Полученный характер изменения показателей лома объясняется изменением функции объемных потерь и потерь энергии на механических и гидравлических сопротивлениях (рис. 4, кривые 4, 5, 6). Они обуславливают распределение затраченной за рабочий цикл энергии (кривая 1) на энергию удара поршня-бойка (кривая 3) и суммарные потери  $\Delta A_{\Sigma}$  (кривая 2). Как следует из полученных графических зависимостей, доля затрат энергии на объемные потери  $\Delta A_0$  (кривая 6) в суммарных потерях энергии (кривая 2) за рабочий цикл лома постоянно возрастает с уменьшением  $S_{xx}$ , тогда как доля потерь энергии  $\Delta A_{ГМ}$  на гидромеханических сопротивлениях (кривые 4, 5) уменьшаются. Так, при  $S_{xx}$  равной  $0,000148 \text{ м}^2$ , доля  $\Delta A_0$  и  $\Delta A_{ГМ}$  в  $\Delta A_{\Sigma}$  составляют соответственно 25,8% и 74,2%, а при  $S_{xx}$  равной  $0,0000974 \text{ м}^2$  — соответственно 37,8% и 62,8%, что и определяет в соответствии с рис. 3, уменьшение объемного КПД и возрастание гидромеханического КПД.

При  $S_{xx}$  равной  $0,000123 \text{ м}^2$  получено наибольшее значение полного КПД (рис. 3, кривая 3), равное 0,372. Однако в данном случае более рациональным значением следует считать  $S_{xx}$  равную  $0,000097 \text{ м}^2$ , так как несмотря на более низкий полный КПД, равный 0,36, этому значению соответствует более высокий коэффициент использования мощности гидропривода равный 0,548 (кривая 5), а в результате и более высокое значение оценки КПД, равное 0,197 (кривая 4), что определяет и лучшие выходные показатели: энергию удара, частоту ударов, ударную мощность (кривые 8, 7, 6).

Таким образом, комплекс выполненных исследований позволил выбрать рациональные значения основных конструктивных параметров энергетического блока гидравлического ручного лома, которые, как следует из рис. 3, обеспечи-

вают следующие выходные показатели: энергия удара поршня-бойка 67,6 Дж, частота ударов 12 Гц, ударная мощность 0,81 кВт. При этом по отношению к исходному варианту значения объемного, гидромеханического и полного КПД увеличились в 1,2; 1,51; 1,53 раза, коэффициент использования мощности гидропривода в 1,58 раза, а оценка КПД в 2,43 раза, что при тех же параметрах насоса гидропривода ( $P_n$  равного 14,0 МПа и  $Q_n$  равного 0,00028 м<sup>3</sup>/с) привело к увеличению энергии, частоты и ударной мощности лома соответственно в 1,57; 1,55; 2,43 раза.

Приведенные результаты исследований были получены при длине рукавов высокого давления  $l_{нг}$ , соединяющих гидропривод и гидравлический лом равной 1,5 м. Однако при эксплуатации лома эта длина может достигать до 15 м, что скажется на его выходных показателях. В связи с этим выполнялись исследования влияния длины рукавов высокого давления напорной и сливной гидролиний на выходные показатели лома, анализ которых показывает, что в соответствии с рис. 5 увеличение длины напорной, а следовательно, и сливной гидролиний приводит к уменьшению коэффициента использования мощности гидропривода (кривая 3), минимальное значение которого 0,465 достигается при длине 10 м. В дальнейшем наблюдается незначительное возрастание этого показателя до 0,478 при длине гидролиний 15 м. Значение полного КПД (кривая 5) незначительно возрастает при изменении длины гидролиний от 1,5 до 5 м с 0,36 до 0,363 и в дальнейшем уменьшается до 0,292 при длине 15 м.



**Рис. 5.** Изменение показателей в зависимости от длины РВД напорной гидролинии

Функции изменения этих коэффициентов обуславливают уменьшение оценки КПД в рассматриваемом диапазоне длины от 0,197 до 0,14 (кривая 6), что, в свою очередь, предопределяет изменение выходных показателей: энергии удара (кривая 4), частоты ударов (кривая 1), ударной мощности (кривая 2).

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что при постоянной мощности гидропривода увеличение длины гидролинии приводит к уменьшению оценки КПД и ударной мощности гидравлического лома.

Влияние длины рукавов высокого давления напорной гидролинии на выходные показатели делает необходимым поиск дальнейших путей повышения оценки КПД. Как отмечалось в литературе [1], возможны два пути — интенсивный, когда рост коэффициента использования мощности гидропривода сопровождается ростом полного КПД, и экстенсивный, когда коэффициент использования мощности гидропривода возрастает, а полный КПД уменьшается. Следует отметить, что дальнейшее повышение оценки КПД интенсивным путем за счет уменьшения площади камеры холостого хода невозможно в связи с конструктивными ограничениями. В связи с этим остается экстенсивный путь, при котором возможны два варианта: 1) за счет уменьшения площади дросселя, что, как было показано выше, может привести только к росту энергии удара при падении частоты ударов поршня-бойка; 2) за счет увеличения установленной мощности гидропривода путем увеличения подачи насоса.

На рис. 6 и 7 приведены результаты исследований, направленных на получение требуемых выходных показателей лома соответственно за счет уменьшения площади дросселя  $S_{dl}$  и увеличения подачи насоса гидропривода, полученные при длине рукавов высокого давления напорной гидролинии равной 10 м, когда коэффициент использования мощности гидропривода имеет минимальное значение. Это позволяет считать полученные результаты соответствующие наименее благоприятным условиям работы лома, т.е. при других значениях длины, выходные показатели, при тех же значениях подачи насоса гидропривода или площади дросселя, будут более высокими.

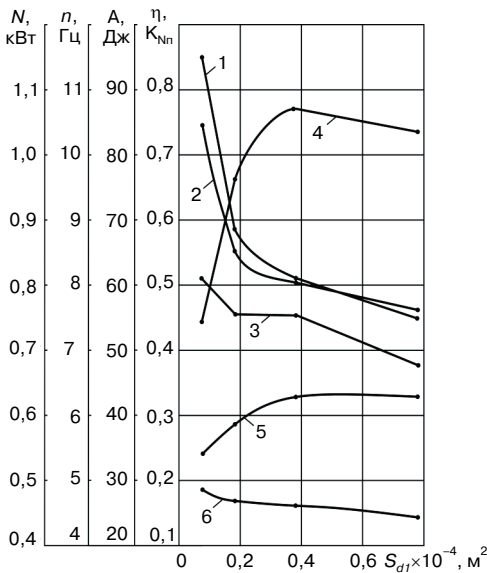


Рис. 6. Изменение показателей в зависимости от площади дросселя гидропривода

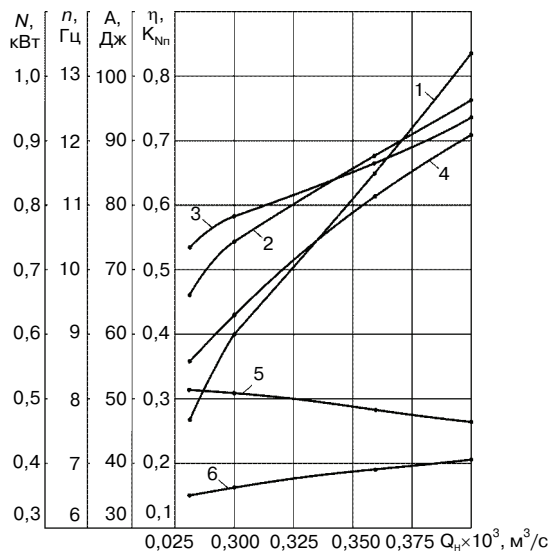


Рис. 7. Изменение показателей в зависимости от подачи насоса гидропривода

Полученные результаты показывают, что обеспечение требуемых показателей лома возможно только путем увеличения подачи насоса. Объясняется это тем, что в соответствии с рис. 7 увеличение подачи насоса обеспечивает не только рост коэффициента использования мощности гидропривода (кривая 2) за счет повышения уровня давлений на рабочем цикле лома, что обуславливает увеличение энергии удара (кривая 4), но и сопровождается возрастанием частоты ударов (кривая 3).

Уменьшение площади дросселя  $S_{dl}$ , в соответствии с рис. 6, приводит только к возрастанию коэффициента использования мощности гидропривода (кривая 2) за счет повышения уровня давлений, что обуславливает увеличение энергии удара (кривая 1), но частота ударов (кривая 4) при этом падает.

Оба пути являются в определенном смысле экстенсивными и наряду с ростом коэффициента использования мощности гидропривода сопровождаются уменьшением полного КПД (рис. 6 и 7, кривые 5). Предпочтительным является повышение подачи насоса гидропривода, так как при этом получаются большие значения оценки КПД (кривые 6), учитывающие совместное изменение полного КПД и коэффициента использования мощности гидропривода, что предполагает более высокие выходные показатели.

Возможен и комплексный путь увеличения выходных показателей гидравлического лома за счет одновременного уменьшения площади дросселя  $S_{dl}$  и увеличения подачи насоса. С одной стороны, это приводит к возможному уменьшению установленной мощности гидропривода, так как будет сопровождаться более интенсивным ростом коэффициента использования мощности гидропривода. С другой стороны, это ограничит верхний диапазон возможных подач насоса, настройкой предохранительного клапана на номинальное давление насоса равное 14,0 МПа.

Как показывают результаты исследований, требуемые выходные показатели (энергия удара поршня-бойка 91 Дж, частота ударов 12,3 Гц, ударная мощность 1,138 кВт), в соответствии с рис. 7, достигаются при подаче насоса  $Q_n$ , равной 0,0004 м<sup>3</sup>/с. При этом коэффициент использования мощности гидропривода равен 0,76; полезный КПД равен 0,266; оценка КПД равна 0,202, т.е. увеличение мощности привода в 1,428 раза (за счет повышения подачи насоса с 0,00028 до 0,0004 м<sup>3</sup>/с) вызвало увеличение оценки КПД в 1,38 раза, коэффициента использования мощности гидропривода в 1,63 раза, при уменьшении оценки КПД в 1,18 раза. Такое соотношение роста мощности гидропривода и оценки КПД показывает, что экстенсивный путь обеспечения выходных показателей сопровождается ростом потерь энергии, о чем свидетельствует уменьшение полного КПД. Выходные показатели обеспечиваются только за счет увеличения коэффициента использования мощности гидропривода. Так как полный КПД уменьшился незначительно, то потери увеличиваются незначительно и почти вся добавленная мощность гидропривода идет на увеличение ударной мощности, что также подтверждает рациональность выбранных конструктивных параметров лома.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Глотов Б.Н., Клок А.Б., Орлов С.В., Савчак О.Г.* Обоснование выбора конструктивных параметров, определяющих выходные показатели и характеристики рабочего цикла ручного гидравлического бетонолома ИГ-4601 // Новая гидроимпульсная техника для горнодобывающих отраслей промышленности / Сб. науч. трудов. — Караганда: КарПТИ, 1992. — С. 50—55.
- [2] *Глотов Б.Н., Орлов С.В.* Моделирование рабочего процесса гидравлического бетонолома ИГ-4601 // Новые средства механизации горных и строительных работ / Сб. науч. трудов. — Караганда: КарПТИ, 1990. — С. 76—86.

## ESTABLISHING LAWS OF ENERGY BLOCK STRUCTURAL PARAMETERS AFFECT ON HYDRAULIC HAND BREAKER IG-4601 OPERATING CYCLT CHARACTERISTICS

**B.N. Glotov**

Karaganda State Technical University  
*B. Mira, 56, Karaganda, Kazakstan, 100027*

In the article there are presented the results of studying the establishing of the energy block structural parameters affect on hydraulic hand breaker IG-4601 duty characteristics. There are determined the rational values of structural parameters

**Глотов Б.Н.**, кандидат технических наук, доцент, декан факультета актуального образования Карагандинского государственного технического университета, автор 77 публикаций в области создания и исследования гидравлических инерционных импульсных систем применительно к ручным машинам ударного действия

