

УДК 621.7.043

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ СИЛОЙ 140 МН ПРИ ШТАМПОВКЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОКОВОК ДЛЯ АРМАТУРОСТРОЕНИЯ

© 2012 А.Э. Артес¹, А.С. Пономарев², А.С. Поваров², А.Г. Дудкинский¹

¹ Московский государственный технический университет «СТАНКИН»

² ЗАО НПО «Тяжпромарматура», г. Алексин

Поступила в редакцию 27.11.2012

В работе анализируются технологические процессы изготовления крупногабаритных поковок на гидравлическом прессе двойного действия силой 140 МН.

Ключевые слова: *арматуростроение, гидравлический пресс двойного действия, толстолистовая заготовка, штамп, поковка*

В преддверии пуска в 2013 г. гидравлического пресса двойного действия силой 140 МН на Суходольском заводе специального тяжелого машиностроения [1, 2] проведены предварительные исследования новых технологических процессов изготовления крупногабаритных поковок для шаровых кранов на D_y 1000, D_y 1200 и D_y 1400. В номенклатуру поковок нами включены полукорпуса, пробки, воротниковые фланцы шаровых кранов и тройники. В результате анализа существующих и предлагаемых способов изготовления этих поковок были рассмотрены новые целесообразные способы штамповки, отличающиеся большей эффективностью за счет повышения коэффициента использования металла и производительности труда. Так, например, типовая конструкция шарового крана на D_y 1000 состоит из корпуса, сваренного из двух полукорпусов, изготовленных штамповкой сферической части в специальном штампе, вытяжкой из листовой заготовки и высадкой горловины по технологии ЦНИИТМАШ [3]. Технология успешно внедрена на заводе «Энергомаш» (г. Белгород) при штамповке полукорпусов на D_y 500, D_y 700, D_y 1000. При этом с целью избежания зажима при высадке горловины для полукорпуса на D_y 1000 используется лист толщиной 100 мм

(вместо 75 мм). Потребителями этих поковок являются заводы ЗАО НПО «Тяжпромарматура» (г. Алексин) и ОАО «Волгограднефтемаш». Полукорпуса на D_y 1200 и D_y 1400 должны изготавливаться на гидравлическом прессе силой 140 МН, так как они в настоящее время изготавливаются методом сварки кованой горловины со сферической частью, штампуемой из толстолистовой заготовки. На рис. 1 представлен чертеж полукорпуса шарового крана, который планируется (ЗАО НПО «Тяжпромарматура») штамповать на прессе силой 140 МН из сварной обечайки диаметром 2386 мм (из листа толщиной 90 мм).

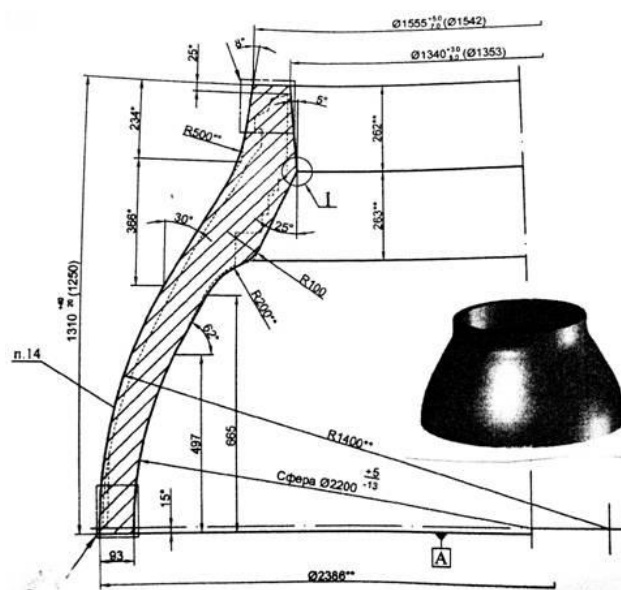


Рис. 1. Чертеж поковки полукорпуса шарового крана на D_y 1400 (сталь 09Г2С)

Артес Алексей Эдуардович, доктор технических наук, профессор кафедры систем пластического деформирования. E-mail: k_spd@stankin.ru

Пономарев Александр Сергеевич, главный технолог. E-mail: a.ponomarev@ogscorp.ru

Поваров Александр Сергеевич, начальник конструкторско-технологического отдела. E-mail: aspov@rambler.ru

Дудкинский Андрей Геннадьевич, студент

Для принятия окончательного решения следует рассмотреть и другие возможные варианты штамповки крупногабаритных поковок полукопусов. Новые возможности открываются в связи с развитием технологии производства центробежнолитых труб. ОАО «Тяжпрессмаш» приступил к изготовлению специальных установок для производства центробежнолитых труб диаметром до 1000 мм с толщиной стенки 250 мм и длиной до 2800 мм. Этот новый вид исходных заготовок позволит интенсифицировать технологиюковки трубных заготовок и штамповку из них определенной номенклатуры поковок для арматуростроения и других отраслей. Так, например, рациональным являетсяковка из центробежнолитой трубной заготовки полукопусов шаровых кранов с использованием специальной конструкции оправок и четырехбойкового ковочного блока [4]. В соответствии с патентом ОАО «Тяжпрессмаш» [4] предлагаемый технологический процесс предусматриваетковку трубной заготовки переменного сечения сразу на два полуфабриката (рис. 2).

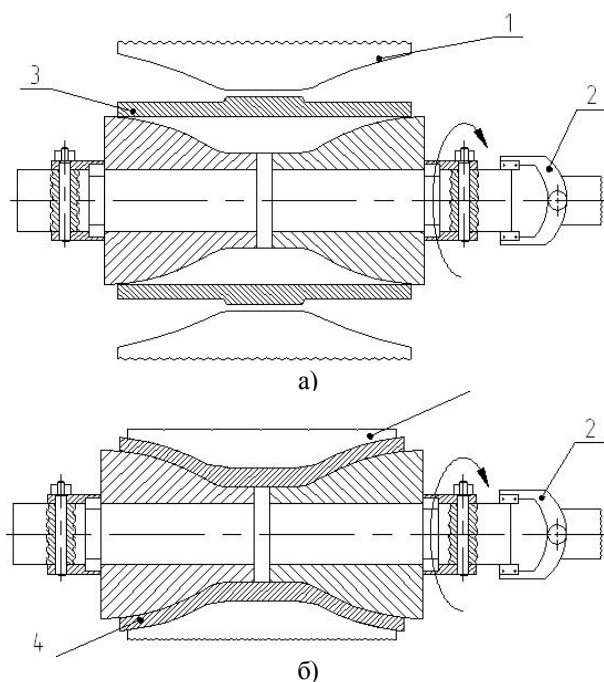


Рис. 2. Схема обжима на оправке трубной заготовки переменного сечения (полуфабрикат): а) – кованая заготовка на оправке, б) – поковка после обжима. 1 – бойки четырехбойкового ковочного блока, 2 – оправка (сборная), 3 – кованая заготовка, 4 – поковка на два полукопуса

Ковка ведется сначала из центробежнолитой трубной заготовки толщиной 250 мм с использованием обычной оправки с получением полуфабриката толщиной 75 мм и 100 мм (в средней части). Затем после второго нагрева полуфабрикат обжимается по схеме, представленной на рис. 2. При этом используется оригинальная сборная конструкция оправки и четырехбойковый ковочный блок. Получают суммарный

уков $u > 2$ и удовлетворительную мелкозернистую структуру.

Альтернативным вариантом является технология штамповки полукопусов путем прямого горячего выдавливания литой заготовки с последующей ее штамповкой методом обжима горловины и раздачи сферической части поковки (рис. 3) [5]. Выдавливание осуществляется в специальном штампе с целью получения мелкозернистой структуры в нижней части полуфабриката цилиндрической формы за счет уменьшения исходной толщины трубной заготовки с заданной относительной степенью деформации (рис. 3а). После выдавливания полуфабрикат нагревают и ведут штамповку во втором штампе путем обжима верхней части с более толстой стенкой цилиндра (горловины) и раздачей нижней части с относительной степенью деформации не менее чем на 10% (рис. 3б). При обжиге также измельчается столбчатая литая структура металла в верхней части полуфабриката. Выдавливание полуфабриката в первом штампе осуществляется с использованием составного пуансона 1 и 2. При выдавливании подвижная часть пуансона 2 силами трения увлекается вниз, снижая необходимую силу выдавливания. Таким образом практически весь объем металла трубной заготовки подвергается пластическому деформированию без нарушений сплошности, что значительно повышает механические характеристики поковок и в целом позволяет использовать более дешевые исходные заготовки и сократить расход металла, а также повысить производительность труда. Технология рекомендуется в мелкосерийном и серийном производствах для полукопусов на D_y 700, D_y 1000, D_y 1200 и D_y 1400 мм.

Однако предлагаемый способ может быть усовершенствован, ликвидировав операцию выдавливания и сложный штамп, за счет получения полуфабриката методом раскатки центробежнолитой заготовки и еёковки с использованием четырехбойкового ковочного блока для получения утолщения в зоне будущей горловины. В целях получения качественного полуфабриката его следовало бы подвергнуть обдирке на расточном станке и ультразвуковому контролю, и только затем подвергнуть горячему обжигу и раздаче. Следует иметь ввиду, что при раздаче нижней части полукопуса она быстро охлаждается на шаровом блоке, что повышает устойчивость операции обжима горловины. Внедрению предлагаемой технологии должны предшествовать экспериментальные исследования с доказательством того, что деформирование литой структуры приведет к получению удовлетворительных прочностных характеристик, приближающихся к прочностным характеристикам толстолистового проката.

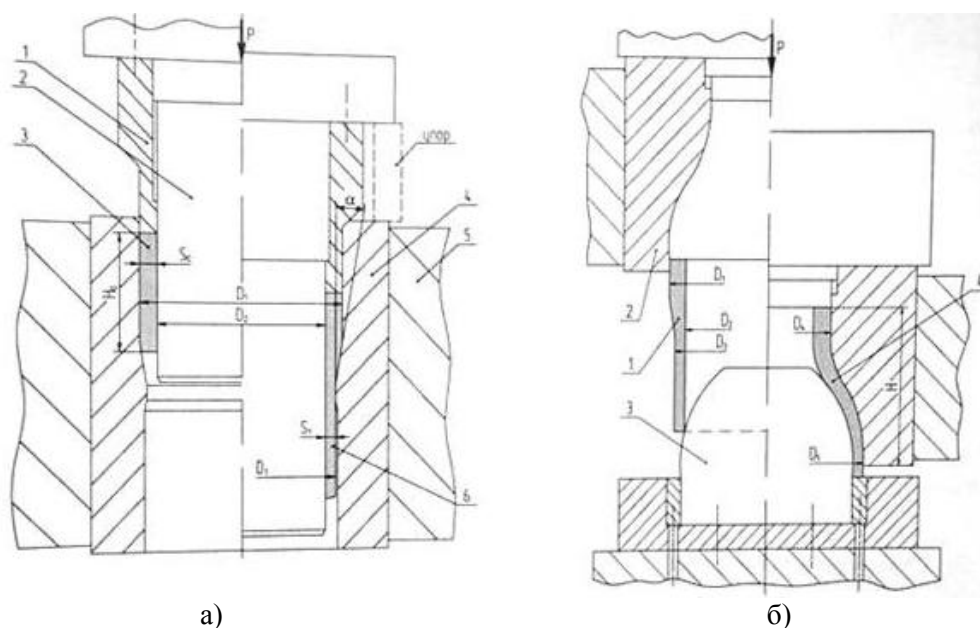


Рис. 3. Схема выдавливания:

а) 1 – пуансон, 2 – оправка, 3 – заготовка, 4 – матрица, 5 – бандаж, 6 – полуфабрикат; схема обжима верхней и раздачи нижней частей; б) 1 – полуфабрикат, 2 – матрица, 3 – пуансон, 4 – поковка

Нами предлагается новая технология штамповки крупногабаритных полукорпусов на D_y 1000, D_y 1200 и D_y 1400 мм, основанная на использовании толстостенных листовых заготовок толщиной 100, 105 и 110 мм. В соответствии с заявкой на изобретение [6] предлагаемая технология состоит из последовательного проведения операций: вырезки круглой заготовки в виде плоского фланца с отверстием и дальнейшее её формообразование посредством горячего пластического деформирования за несколько переходов в двух штампах. В первом двухсекционном штампе плоский фланец толщиной 100 или 105 мм с отверстием подвергается осадке внутренним кольцевым пуансоном при температуре 1150-1200°C с целью получения выступа с высотой 1,15 от толщины исходной заготовки (для полукорпуса D_y 1000 мм осаживается внутренняя зона до толщины 85 мм с одновременным формообразованием выступа высотой до 115 мм), а затем при втором ходе ползуна прессы осадку ведут наружным кольцевым пуансоном также до конечной толщины 75 мм. Полученный полуфабрикат устанавливается во второй штамп, в котором уже при меньшей температуре (950-1000 °C) ведут окончательное формообразование поковки полукорпуса посредством вытяжки с одновременной отбортовкой в зоне горловины (рис. 4).

Наиболее сложным процессом штамповки полукорпуса является совмещение операции вытяжки сферической части поковки с операцией отбортовки. В соответствии с рекомендациями М.В. Сторожева и Е.А. Попова [7], сила отбортовки $P_{отб}$ может быть рассчитана по формуле:

$$P_{отб} = 2\pi \cdot S_r \cdot \sigma_s \cdot (R_6 - r_{от}),$$

где S_r – толщина заготовки (100 мм) в зоне горловины, σ_s – напряжение текучести (при $t^\circ=1000^\circ\text{C}$, $\sigma_s \approx 150$ МПа), R_6 – радиус борта по средней линии ($R_6=520$ мм), $r_{от}$ – текущий радиус отверстия ($r_{от} \approx r_0$ в начале процесса, $r_0 \approx 300$ мм). Подставляя численные значения, получим: $P_{отб}=2073$ тс.

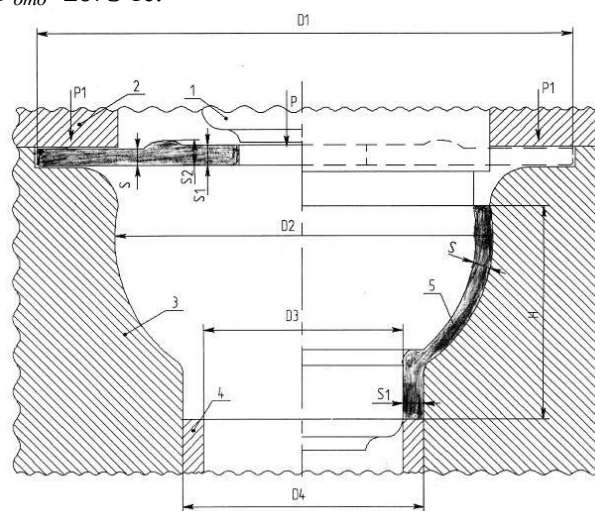


Рис. 4. Схема вытяжки и отбортовки поковки: 1 – пуансон, 2 – прижим, 3 – матрица, 4 – выталкиватель, 5 – поковка

Предлагаемая технология имеет существенное преимущество в сравнении с технологией «Энергомаш» (г. Белгород) при штамповке полукорпуса на D_y 1000 мм из листа толщиной 100 мм. По новой технологии толщина стенки в сферической части корпуса становится равной 75

мм, что позволяет экономить свыше 600 кг металла на каждой поковке. Освоение предлагаемой технологии позволит распространить её на штамповку полукорпусов шаровых кранов на D_y 1200 и D_y 1400 мм.

Преимущество использования центробежнолитых труб применительно к мелкосерийному производству можно проиллюстрировать на возможной технологииковки валов из разрезанной вдоль оси на 6 частей трубной заготовки с параметрами $D=1000$ мм, $S=250$ мм и $L=2000$ мм. Протяжка разрезанных полуфабрикатов с уклоном 3 позволяет получить 6 валов диаметром 200 мм и длиной до 6 м. Из штучных заготовок диаметром 200 мм можно вести штамповку различных поковок (фланцев, колец, пробок шаровых и др.) массой до 120 кг. Определенный объем крупногабаритных поковок для изготовления на прессе 140 МН составляют воротниковые фланцы по ГОСТ 12821-80 на D_y от 18" до 24". При этом наиболее целесообразным технологическим процессом должен стать процесс горячего выдавливания поковок фланцев из центробежнолитых труб. Полуфабрикатом перед горячей штамповкой являются кольцевые заготовки, отрезаемые на лентопильных станках от центробежнолитых труб [8-10]. Последовательность формообразования фланцев состоит из операции осадки кольцевой заготовки наружным пуансоном, а затем внутренним, осуществляющим операцию отбортовки с утонением. Предлагаемая технология в сравнении с классической схемой облойной штамповки позволяет снизить расход металла до 25% и почти в 2 раза уменьшить силу штамповки.

Значительный экономический эффект может быть получен при использовании этой технологии для штамповки оригинальной конструкции биметаллического воротникового фланца, в котором его втулочная часть, примыкающая к трубе, состоит из коррозионно-стойкой стали, а фланцевая силовая часть – из углеродистой или малолегированной стали. Новый вид фланца в 2 раза дешевле фланца, целиком изготовленного из коррозионно-стойкой стали.

Центробежнолитые стальные трубы также могут быть использованы при штамповке пробок шаровых. На рис. 5 представлена схема штамповки осадкой трубной заготовки. При этом высота осаживаемой трубной заготовки может быть до 4-ех толщин. Таким образом, максимальная масса поковки штампуемой трубной заготовки диаметром 1000 мм и толщиной стенки 250 мм будет равна 4,6 т. Шаровые пробки больших габаритов следует штамповать из слитков методом прошивки и осадки.

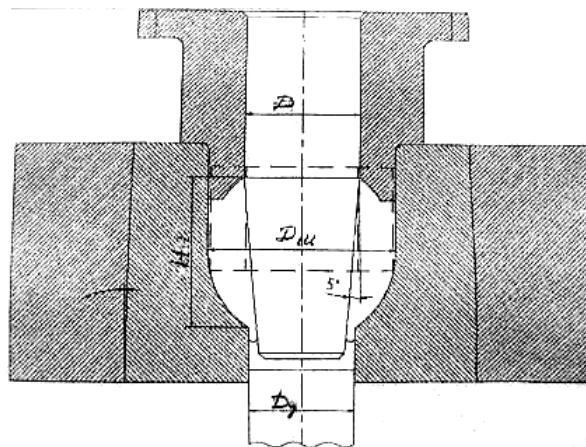


Рис. 5. Схема штамповки шара методом высадки толстостенных трубных заготовок

На гидравлических прессах двойного действия может быть реализована технология штамповки пробок шаровых с выдавливанием двух выступов (рис. 6). Технологический процесс включает операции выдавливания, прошивки полостей и просечки. Изготовление поковок типа тройников планируется вести в специальных штампах с вертикальным разъемом полушампов. Наиболее удачной конструкцией штампов является конструкция ЦНИИТМАШ, установленная на гидравлическом прессе 80 МН на «Белэнергомаш».

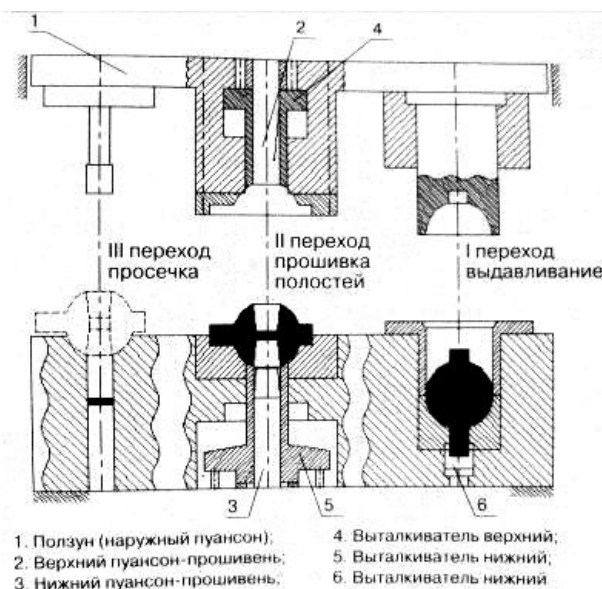


Рис. 6. Схема штамповки пробки шаровой в трехпозиционном штампе на гидравлическом прессе двойного действия

Выводы:

1. Пуск в строй гидравлического пресса двойного действия силой 140 МН позволит полностью обеспечить крупногабаритными поковками заводы арматуростроения, а также дополнительно изготавливать поковки для

других предприятий машиностроения с доведением в ближайшие годы производства поковок до 40 тыс. тонн в год. При этом предусматривается изготавливать на этом прессе, работающем в режиме ковочного прессы в комплексе с ковочным манипулятором, поковки типа валов, колец, кубиков и др.

2. К перечисленной номенклатуре поковок будут добавлены и такие поковки как: лепестки из толстолистовой стали для сварки сферических емкостей, цилиндры и втулки высотой до 2-х метров и другие поковки сложной формы из стали и цветных металлов и сплавов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Артес, А.Э.* Инновационные достижения отечественной металлургии // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2012. № 6. С. 44-48.
2. *Григорьев, С.Н.* МГТУ «СТАНКИН»: курс на технологическое перевооружение отечественного машиностроения // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2010. №6. С. 3-6.
3. *Артес, А.Э.* Технологические процессы изготовления поковок из трубных заготовок // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2003. № 11. С. 25-31.
4. Патент №224796. Способ изготовления полых поковок для корпусов изделий типа шаровых кранов. Авторы: *Володин А.М., Сорокин В.А., Петров Н.П.* и др. Патентообладатель ОАО «Тяжпрессмаш». Опубл. 20.12.2011 Бюл. №35.
5. Заявка на изобретение № регистрации 2011108829. Способ изготовления поковок крупногабаритных полукорпусов шаровых кранов из стальных центробежнолитых и кованных трубных заготовок. Авторы: *Володин А.М., Артес А.Э., Сорокин В.А., Петров Н.П.* Заявитель ОАО «Тяжпрессмаш».
6. Заявка на изобретение № регистрации 2012107478. Способ изготовления поковок в виде полусферы с горловиной. Авторы: *Артес А.Э., Володин А.М., Храмов А.Л.* и др. Заявитель: МГТУ «Станкин».
7. *Сторожев, М.В.* Теория обработки металлов давлением / *М.В. Сторожев, Е.А. Попов.* - М.: Машиностроение, 1974. 424 с.
8. *Володин, А.М.* Совершенствование технологических процессов изготовления крупногабаритных поковок из центробежнолитых и кованных трубных заготовок / *А.М. Володин, Н.П. Петров, А.Э. Артес, А.С. Пономарев* // Сборник докладов и научных статей XI конгресса «Кузнец-2012». – Рязань, 2012. С. 195-200.
9. *Артес, А.Э.* Новые технологии производства штампованных поковок // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2010. №6. С. 6-9.
10. Патент 58964 РФ, МПК: B21K 21/00. Конструкция биметаллического воротникового фланца и инструмент для штамповки его на прессе двойного действия / *Володин А.М., Артес А.Э., Сорокин В.А.* и др. (РФ); заявитель и патентообладатель ГОУ МГТУ «СТАНКИН» - №2006118301/22; заявл. 29.05.2006. опубл. 10.12.2006, Бюл. №34. 3 с.

RESEARCH THE TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF DOUBLE ACTION HYDRAULIC PRESS WITH FORCE 140 MN AT PRESS FORMING OF LARGE-SIZED FORGINGS FOR ARMATURE CONSTRUCTION

© 2012 A.E. Artes¹, A.S. Ponomarev², A.S. Povarov², A.G. Dudinskiy¹

¹ Moscow State Technical University “STANKIN”

² JSC “NPO Tyazhpromarmatura”, Aleksin

In work technological processes of production the large-sized forgings on the 140 MN force double action hydraulic press are analyzed.

Key words: *armature construction, double action hydraulic press, thick-sheet workpiece, stamp, forging*

Aleksey Artes, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Plastic Deformation Systems. E-mail: k_spd@stankin.ru

Alexander Ponomarev, Chief Technologist. E-mail: a.ponomarev@ogscmp.ru

Alexander Povarov, Chief of the Construction and Technological Department. E-mail: aspov@rambler.ru

Andrey Dudinskiy, Student