

## **НОВИ ВИСОКОТЕХНОЛОГИЧНИ РЕШЕНИЯ НА ЕКОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМИ В СТРОИТЕЛСТВОТО**

**Петър Бодуров, Васил Генчев**

*Разрушител 2016 ООД*  
e-mail: pbodurov@tu-sofia-bg.com; genchev@tu-sofia-bg.com

**Ключови думи:** *Индустриален Ракетен Двигател (ИРД), Чук за забиване на пилоти (ЧЗП), Чук за забиване на пилоти под вода (ЧЗПВ), Чук за разбиване на скали (ЧРС.)*

**Резюме:** *Разгледани са нови високотехнологични решения на екологични проблеми в строителството. Предложен е нов двигател, който работи на принципа на ракетните двигатели, за задвижване на индустриални машини, по-точно строителни чукове. Разгледаните чукове, защитени с патенти в Германия и България, създават нови възможности в дейностите по укрепване на брегове и свлачища, за стабилизиране на платформи за добив на нефт и за разрушаване на скали на недостъпни места.*

## **NEW HIGH-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO ECOLOGICAL PROBLEMS IN CONSTRUCTION**

**Petar Bodurov, Vasil Genchev**

*Destroyer 2016 Ltd.*  
e-mail: pbodurov@tu-sofia-bg.com; genchev@tu-sofia-bg.com

**Keywords:** *Industrial Rocket Engine (IRE), Pilot Drilling Hammer (PDH), Pilot Drilling Hammer under water (PDHW), Rock Destroying Hammer (RDH).*

**Abstract:** *New high-tech solutions to ecological problems in construction are being considered. A new engine is being proposed, which runs on the principle of rocket engines, for the propelling of industrial machines, in particular for construction hammers. The patented hammers protected by patents in Germany and Bulgaria create new opportunities for the strengthening of shores and landslides with the help of pile driving, stabilization of oil platforms in the oceans and the destruction of rocks in inaccessible locations.*

### **Въведение**

Технологията на забиване на пилоти чрез издигане на ударна част (УЧ) на известна височина и свободното ѝ падане върху забивания пилот не е променена вече 8000 години. Променят се само начините за издигане на УЧ. Първо с коне, 1710 г., с парен чук, 1883 г., с дизелов двигател, 1938 г., и с хидравличен цилиндър, 1963 г. Но същността на забиването остава – забива се с помощта на свободно падаща УЧ. Съвременното строителство включва земеукрепителни дейности, които изискват забиване на пилоти под ъгъл 45° и хоризонтално. Съществуващите забивни чукове не могат да реализират това. Друга строителна дейност е укрепването на плаващите нефтени платформи. За тяхното закрепване на океанското дъно е нужно да се забият поне 5 пилота. Тези чукове имат и екологични проблеми. Проблем е и разрушаването на големи скални късове, които се образуват при взривни дейности в открити мини и кариери и при каменопади в планините. Докато за големите скални късове в мините и кариерите има някои решения, за опасните скални късове при каменопадите на труднодостъпни места почти няма добри решения.

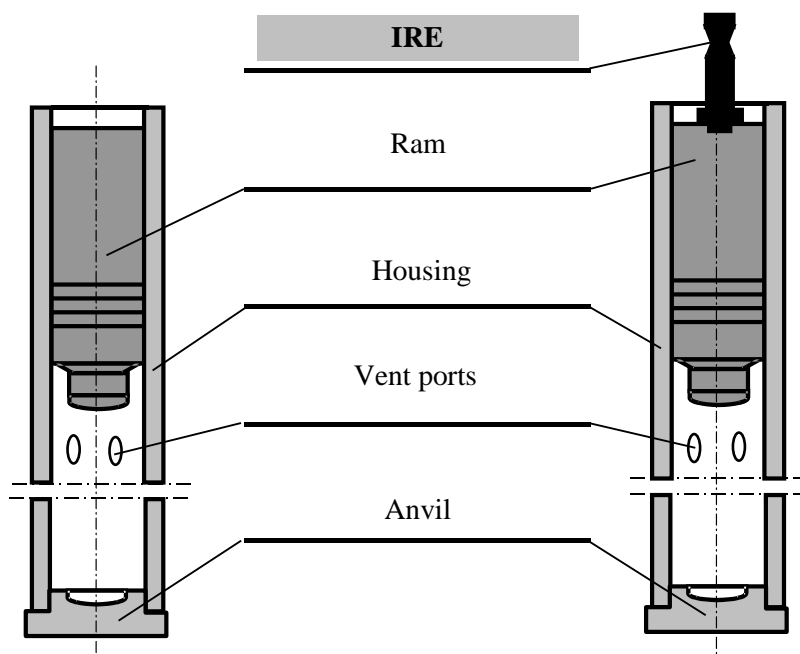
В настоящия доклад разглеждаме примерни модернизации на съществуващите забивни чукове (ЧЗП) за решаване на изброените по-горе проблеми както и нови решения.

## Земеукрепване

През 1843 г. шотландският изобретател James Nasmyth построява парен чук за забиване на пилоти. Но едва през 1883 г. немската фирма MENCK започва да забива регулярно пилоти с парна установка. През 1923 г. немската фирма DELMAG се заема с въвеждането на дизелов двигател за издигане на УЧ. Дизеловият чук се оказва много удобен за забиване и се превръща в най-масовият забивен чук. В момента в света работят над 65 000 броя дизелови чукове. Недостатък на дизеловия чук се оказва ограничената максимална маса на УЧ. Немската фирма Bauer успя да повиши масата на УЧ на 27 000 kg, и за сега изглежда, че това е възможният максимум за дизеловите чукове за забиване на пилоти. За да отговори на появилата се нужда от чукове с по-голяма УЧ през 1963 г. немската фирма KRUPP създава хидравличен ЧЗП, при който издигането на УЧ се осъществява с помощта на хидравличен цилиндър. Така става възможно да се построят хидравлични ЧЗП с УЧ над 50 t – до 125 t. Изброените видове ЧЗП нанасят удар с максимална скорост на УЧ до 7 m/s. При свободното падане на УЧ най-удобно е отвесното забиване на пилоти, но се прилага и наклонено забиване на пилоти – до 30° спрямо вертикалата. Предлагаме схема за модернизиране на ЧЗП, Фиг. 1, като се запазва устройството за издигане на УЧ - парно, дизелово или хидравлично, но се въвежда активно задвижване на УЧ за нанасяне на удар с помощта на монтирания върху нея Индустриален ракетен двигател (ИРД), Фиг. 2 [1]. Така се елиминира действието на земната гравитация и се създава възможност на ЧЗП за нанасяне на удари и забиване на пилоти под всякакъв ъгъл в пространството. Друго предимство е еквивалентното увеличение на масата на УЧ и от там и енергията на удара. Известно е, че забитите с по-висока скорост пилоти имат по-висока товароносимост – поради по-доброто уплътняване на почвата около пилотите. Добавеното активно действие на ИРД към това на земната гравитация позволява изменение на енергията на удара без да се променя височината на падане или масата на УЧ. Друго предимство се очертава в уникалната способност на ИРД да упражнява така наречения сложен или комбиниран удар, при който в момента на удара работещият ИРД упражнява и пресово усилие. Въвеждането на активна УЧ ще позволи също революционизиране на конструкциите на ЧЗП и на технологията на забиване. Очертава се перспектива да променим и оптимизираме една хилядолетна технология на забиване на пилоти.

1. Before the modernization

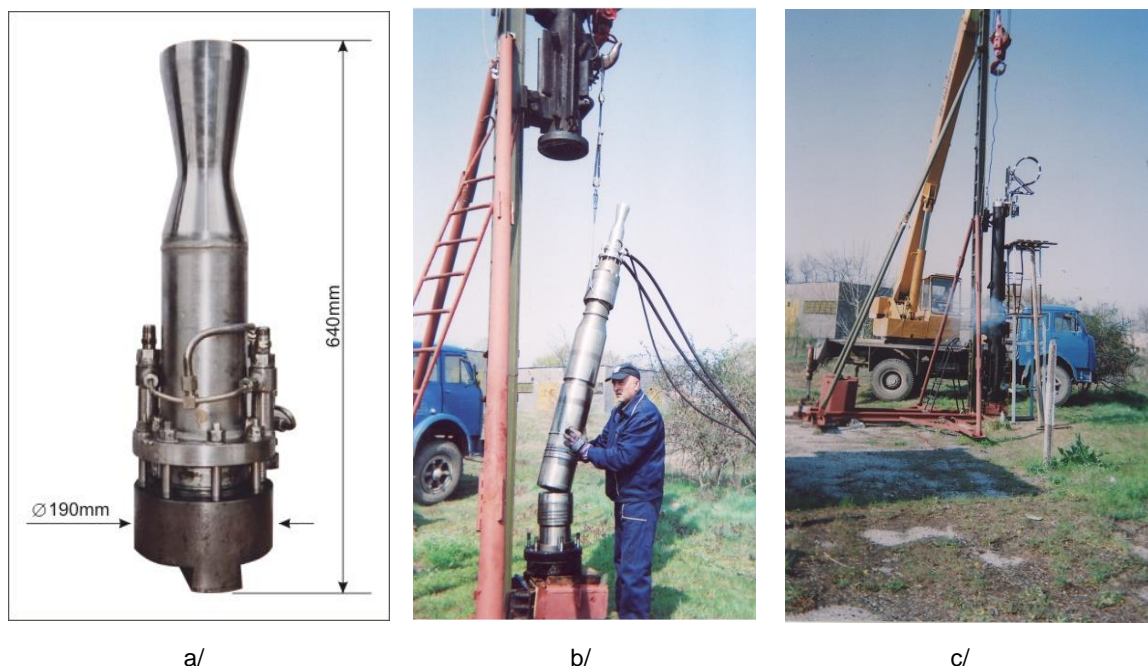
2. After the modernization



Фиг. 1. Модернизация на дизелов чук за забиване на пилоти

Смятаме за неправилно забиването на пилоти да се извършва само със скорости 6–7 m/s. Едно елементарно увеличение на скоростта на забиване само с 2 m/s, например от 7 m/s да се увеличи на 9 m/s, ще доведе до снижение на масата на УЧ с около 40 %.

Използването на метални пилоти изцяло обезсмисля възраженията за забиване с по-високи скорости.



Фиг. 2. Чук за забиване на пилоти модел Ур-2, задвижван с ИРД: а/ ИРД. б/ Монтаж на ИРД-2, заедно със шлангове – 2 броя за въздух и 1 за керосин, върху УЧ с маса 500 kg. в/ Изпитания на чук модел УР-2 с ИРД.

Предлагаме да се премине към забиване със скорости от порядъка 9-11 m/s, и дори 12 m/s. Така ще се постави край на този неоправдан и скъп гигантизъм при ударните части. На фона на сполетелите през последните години Европа, Азия и Америка катастрофални наводнения и земетресения, се очертава строителството в земетръсни зони (при тях са необходими до 90 % забити под наклон около 45° пилоти), укрепването на брегове, свлачища, пристанища и мостове (около 20–30 % от забитите пилоти трябва да са хоризонтални). Годишно само в Европа се извършват земеукрепителни работи за не по-малко от 100 милиарда евро.

Смятаме, че в близките години ЧЗП с ИРД ще заемат монополно приложение при забиване на пилоти под различни ъгли. Освен това те са много подходящи за условията на Крайния Север, т.е. представляват интерес за Русия, Канада, САЩ и Скандинавия.

### Забиване на пилоти под вода

През последните десетилетия добивът на нефт от океанското дъно непрекъснато нараства. Смята се, че 2/3 от запасите на нефт са под вода. Особено перспективен се очертава добивът на нефт от дъното на Северния ледовит океан, който е със средна дълбочина около 4000 m. Нараства броят на плаващите платформи, чиято единична цена е над 1 милиард долара. Също се разработва идеята за закотвяне на плаващи платформи, на които да се разполагат ветрогенератори. Върхът на възможностите на сегашните чукове за забиване на пилоти под вода е да забият пилот, който представлява стоманена тръба с външен диаметър около 2 m и дължина 100 m, с маса около 400 000 kg, на океанско дъно на дълбочина не по-голяма от 3 000 m. За сигурно закотвяне на нефтена платформа е необходимо да се забият до 6 такива пилота, като за забиването на един пилот са нужни до 5 000 удара с падаща УЧ с маса не по-малка от 20 000 kg. Падащата УЧ на съществуващите чукове се издига в изходно положение с помощта на хидравлични цилиндри и нанася удар със скорост не повече от 6 m/s, като пада свободно в херметичен корпус, в който се поддържа въздушна среда с високо налягане. Тази схема е много скъпа и сложна за реализация и експлоатация, като също е трудно осъществима на по-големи от 3 000 m дълбочини и ограничава както скоростта на удара на ударната част, така и масата ѝ. Освен това пилотите се забиват само вертикално. Съществува и екологичен риск от замърсяване на околната водна среда при авария на използваното хидравлично оборудване.

Предлаганата конструкция на чук за забиване под вода (ЧЗПВ) не изисква сложно и скъпо херметизиране на УЧ при преместванията ѝ [2]. Околната вода обхваща изцяло елементите на чука и затова той може да работи безпроблемно и на най-големи дълбочини. За задвижване на ударната част ще се използват електрически ракетни двигатели (ЕИРД).

Наличието на активна УЧ позволява безпроблемно забиване на пилоти под всякакъв ъгъл в пространството. Също така може да се реализират по-високи скорости на УЧ без да се увеличава височината на падането ѝ. Така предлаганият ЧЗПВ се различава съществено от съществуващите чукове по две причини – не се херметизира, за да се пренесат и под вода условията, при които работят ЧЗП на сушата, и двете движения на УЧ – издигане и падане ще се осъществяват от ЕИРД. Радикалното решение за работа на ЧЗПВ на практически всякакви дълбочини е да се използва за работно тяло околната вода, която сама, без необходимост от помпи или други съоръжения, ще изпълва ракетните камери. При следващо нагряване и изпаряване на водата, която е изпълнила ракетните камери, тя ще изтласква останалата вода през соплото на камерите и ще създава реактивна тяга. Необходимата електрическа енергия за нагряване и изпаряване на водата в камерите ще постъпва по кабел от разположен над чука кораб или от друг енергоизточник – например от сушата, по подводен кабел. При нагряване и изпаряване на работното тяло с помощта на лазер може да се използва и оптически проводник. Лазерният ракетен двигател се очертава като извънредно перспективен, защото безпроблемно осигурява нагряване с температури от 7 000 до 10 000 °С. Електрическите ракетни двигатели се разработват отдавна и няма проблеми те да се разработят и за задвижване на индустриални машини. Проблемът при тях е, че са разработвани изключително за космически полети, а това означава, че се налага да се съобразяват с дефицита на работно тяло и енергия в Космоса. За това тези двигатели са разработвани за създаване на много малки усилия. В нашия случай, за задвижване на ЧЗПВ – в условията на земните водоеми, не е проблем осигуряване на нужната енергия, в случая електрическа, както и наличието на практически неограничени количества работно тяло – околната водна среда.

#### Чук за разбиване на скали (ЧРС)

Известни са два вида чукове за разбиване на материали – многоударни и едноударни. У нас се използват само многоударни чукове, които разрушават с множество удари. Тези чукове са само за разрушаване на изкуствени материали като бетонни конструкции, тухлени зидове и асфалт. В чужбина се използват и едноударни чукове, с които се разрушават по-големи скални блокове, които се получават при взривни работи в открити рудници. Тези чукове са хидравлични и с падащи УЧ, с маса до 8350 kg, и с верижен носач с маса 60000 kg. Максималната им скорост на удара е до 4,85 m/s. Общ недостатък на описаните чукове е, че могат да се използват само при наличие на пътна настилка и имат достъп на разстояние до 12 m. Разработеният от нас прототип на чук за разбиване на скали (ЧРС) реализира за първи път в света висока, до 21 m/s, скорост на удара, която се оказва извънредно ефективна за разрушаване на скали. Въвеждането за първи път на реактивно задвижване с ракетен двигател с твърдо гориво (Фиг. 3), позволява постигане на висока скорост на удара при минимална маса на съоръжението.



а/



б/

Фиг. 3: а/ Ракетен двигател с твърдо гориво, б/ Прототип на ЧРС върху скален блок от андезит

Прототипът ни има обща маса едва 1700 kg и УЧ от 700 kg. Тези малки маси позволяват при експлоатацията на ЧРС да се използва всякаква транспортна техника – от автокран до вертолет и достъп до най-недостъпни места. Поради малката си маса ЧРС безпроблемно може да се използва и при каменопади в недостъпни за техниката места. Задвижването на УЧ с ракетен двигател опозволява нансяне на удар под всякакъв ъгъл, което е огромно предимство при ликвидиране на последствията на каменопади. Установихме също, че поради високата скорост на удара ориентацията на ръба на бойника на УЧ е без значение. Тестовите с ЧРС проведохме със скални блокове от минерала андезит, който се добива в кариера до с. Братя Кумчеви, Новозагорско. Якостта на минерала андезит е като на гранита и той масово се използва като пълнеж на бетон и асфалт. Нашият прототип е в момента най-мощният чук за разбиване на скали в света! Има уникална конструкция, уникални възможности и уникални приложения!

### **Изводи**

Използването на задвижване, което работи на принципа на ракетните двигатели, позволява създаване на машини с нови уникални възможности в строителството.

### **Литература:**

1. Deutsches Patent DE 10 2006 014 292 B4 2013.01.03, Rammgerät, Bodurov Petar, Sofia, Bulgaria.
2. Bodurov, P. et al., Underwater Pile Driving Hammer with Active Impact Body, Mechanical Engineering Research, Vol. 2, № 1, 2012, pp. 81–87.