



СУ „СВ. КЛИМЕНТОХРИДСКИ“
ИСТОРИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА АРХЕОЛОГИЯ

Велислав Владимиров Бонев

*Археометрично изследване на метални изделия от
медни сплави от Тракия (I хил. пр. Хр.)*

Автореферат

на дисертация за присъждане на образователна
и научна степен „доктор“

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

проф. д.х.н. Ивелин Кулев

РЕЦЕНЗЕНТИ:

доц. д-р Албена Дечева-Чакърва

доц. д-р Милена Тонкова

София

2011

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на разширено заседание на Катедрата по археология при Историческия факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“ на 28. 02. 2011 г.

Дисертационният труд е структуриран в две части – **Текст и Приложение**, общо 370 страници. Текстът е разделен в 10 глави, включително цитираната литература. Цитирани са 358 литературни източника. Отделно, в част „Приложение“ са поместени изготвеният подробен каталог на анализирани находки (334 на брой), картирането им (6 бр. карти), както и по-голямата част от аналитичните данни. Работата съдържа 32 таблици и 43 фигури. Пробите са взети от находки, представляващи част от фондовете на музеите в Перник, Благоевград, Шумен, Враца, Варна и Исперих.

Дисертантът е редовен докторант към Катедра Археология на Историческия факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“.

Дисертационният труд е изработен в рамките на срока за редовна докторантура в лабораториите на Химическия факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“, както и с помощта на ръководството на Катедрата по археология на Историческия факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои **на.....** на заседание на научното жури в състав:

доц. д-р Георги Мавров (Исторически факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“),
доц. д-р Тотко Стоянов (Исторически факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“),
проф. дхн д-р Ивелин Кулев (пенсионер),
доц. д-р Албена Дечева-Чакърва (Институт по обща и неорганична химия при БАН),
доц. д-р Милена Тонкова (Национален Археологически Институт с музей при БАН).

1. Въведение

Във въведението е обоснована нуждата от подобен вид изследване, като паралелно с това са дадени разяснения и относно причината за подбор именно на този вид находки (фибули и инструменти), които да бъдат обект на проучването.

В материалната култура на всяко древно общество металодобивът, разполагането с металите и тяхната обработка са били от изключителна важност. Притежанието им е било критерий за оценка на благосъстоянието, създавало е възможности за размяна на стоки, както в рамките на една държава, така и зад граница. Металът, от една страна, превърнат в сечиво или друг вид оръдие на труда е бил в основата на всяка една икономика, а от друга, обработен, като изделие на лукса, е бил средство за отличаване на висшата класа в културната и религиозната сфера, от тази на обикновените хора.

Познанията, с които разполагаме днес, показват ясно, че наличието, дори и в незначителни количества, на даден елемент, в медта или в медната сплав, може коренно да промени физичните свойства на крайното изделие, независимо, дали то е изработено от мед или от определен вид бронзова сплав. Това може да се установи само с помощта на съвременните методи за измерване на тези промени и контролиране на производствените условия. Въпреки примитивността на металургичните познания в миналото, някои от тези свойства са били познати на древните металурзи, достигнали до тях по емпиричен път.

Фибулата, като елемент от костюма съчетава в себе си две функции – утилитарна (служи като средство за закопчаване на дрехите), а също така естетическа и декоративна. Именно това предопределя и нейното широко разпространение във времето и пространството. Изработката и външното им оформление са били подчинени от една страна на личните предпочитания както на ползвателите, до голяма степен продиктувани от модните в момента тенденции, така и на майсторите. От голямо значение също така са били и техническите умения и възможности на последните. От друга страна, за начина на формуване важна роля са изиграли и културните контакти между хората. Вследствие на тях, както и на непрекъснатата промяна на модата и стила на дадената епоха, съответно и на самите фибули, тези артефакти са се превърнали в сериозен хронологически индикатор, позволяващ точното датироване на археологическите обекти. Сред известните ни екземпляри преобладават тези, изработени от бронз, но има примери и за използването на други метали – злато, сребро, желязо. Въпреки, че до момента, в научната литература, няма единно становище относно въпроса за произхода на рудата, използвана за направата на изделията от метал, с изследвания, подобни на това, се прави опит да се „хвърли“ светлина в тази, много важна за археометалургията насока. Сами по себе си, поради малките си размери фибулите са изключително мобилни като находки. От друга страна те представляват една голяма група от всички находки от накити, откривани в различни комплекси през Желязната епоха. Като предмети на търговски обмен откриването на различните видове фибули в различни териториални области позволява да се направи реконструкция на основните търговски пътища през дадена епоха, а също така и на проникването на различни културни влияния в, и от отделните части на древна Тракия. От друга страна външното им оформление говори за достигнатото ниво на познание за технологията на обработка на металите в металообработващите ателиета, занаятите и специфичните за даден етнос стилистични предпочитания. Фибулите могат да се възприемат като етноопределящ елемент в Тракия за целия период на Желязната епоха, още повече че в Гърция, от VI в. пр. Хр. нататък, тяхната употреба затихва. Съвсем естествено е, че в различните региони, през различните епохи, те, като елемент от традиционния костюм, имат различни отличителни черти, като се променят относително бързо и лесно с промяната на вкусовете към облеклото и модната в момента линия. Това води до появата на отделни типове фибули, използвани определен отрязък от време, някои от които локално разпространени, а други в по-широк географски ареал. Някои от типовете са по-устойчиви на промените и експлоатацията им на мястото където са се оформили като вид, продължава по-дълго време, а други се доразвиват и от тях произхождат следващи типове. Всичко това позволява да се направи едно типологическо и хронологическо разграничаване във времето на отделните видове фибули и да се определят характерните такива, за дадена културна и географска област през дадена епоха.

Интерес представляват и резултатите от подложените на анализ, в настоящата работа, инструменти. От една страна в Тракия са открити голямо количество метални съдове, за много от които отново се

предполага, че са дело на местни ателиета. От друга, в научно обръщение са влезли, вече публикуваните, анализи на подобни находки (Илиев 2006; Стоянов 2005; Iliev et al. 2007), които представляват една добра база за сравнение.

2. Цели и задачи на работата

Прегледът на известната литература показва, че по отношение на фибулите и инструментите, използвани в торевтиката, съществува известно неравенство. От гледна точка на класификациите на фибулите, въз основа на тяхната типология и хронология в районите на древна Тракия, въпросите в основни линии са решени. Съществуват сравнително добре обосновани класификации, които са допълвани и доразвивани, с оглед на новопостъпили от археологическите разкопки находки. Липсват обаче, изследвания, които да позволят класифициране на фибулите от древна Тракия, въз основа на химическия състав на материала (бронза), от който са изработени. Известните аналитични данни са несистемни, на отделни находки и не позволяват цялостен, завършен модел на използваните за изработването на различните метални предмети единна класификация въз основа на състава на сплавта.

Същевременно не така добре, в българската научна литература, е разработен въпросът относно техниките на производство на метални изделия и инструментариума на различните металургични работилници от територията на древна Тракия. Липсват изследвания, които да включват в анализа си както целият набор от дейности (технически, технологически), характеризиращи една метална находка, така и химичния състав на предметите. Опитите за класифициране на известните до момента находки от инструменти от Северна Тракия, проведените химични анализи с помощта на сканиращ електронен микроскоп, изследванията на Г. Атанасов, както и по-ранните опити на А. Милчев и химика Василев, са осъществени върху ограничен брой находки и не могат да запълнят тази празнина.

Всичко това бе основание да се започне работа по настоящата дисертационна работа, темата на която е резултат от нарасналата необходимост от провеждането на интердисциплинарни изследвания, съпътстващи археологическите проучвания.

Основната цел на дисертационната работа е да бъде изготвен адекватен химичен профил на находки, изработени от мед и медни сплави от Желязната епоха, намерени на територията на съвременна България. При това бе решено да се подберат такива находки, за които съществува сравнително добре разработена археологическа класификация и типология. Такъв тип метални изделия от Желязната епоха са фибулите, открити по съвременните български земи.

Подобен вид изследване е от изключително значение и за инструментите, използвани в торевтиката при изработването на различни ювелирни предмети. Това е така, защото материалът, от който са изработени, трябва да отговаря на определени изисквания по отношение на твърдост и здравина, за да може инструментът да бъде използван при обработката на предмети от сребро, злато или мед. Изборът на втората група предмети (калпи, щемпели, матрици), обект на настоящето изследване бе предопределен от факта, че въпросните две физични свойства (твърдост и здравина) на металните предмети са пряко следствие от техния химичен състав.

За постигането на поставената цел бе необходимо да се решат следните, по-съществени задачи:

1. Да бъде събрана представителна извадка от метални находки (фибули и инструменти), която да покрие максимално, както различните фази на Желязната епоха, така и отделните региони на страната. Анализирани образци да бъдат добре описани и каталогизирани, поставяйки всеки един от тях в съответната група, отговаряща на наличните класификации на находките.
2. Находките да бъдат анализирани с помощта на ICP-AES (атомноемисионен спектрален анализ с индуктивно свързана плазма) за определяне на техния химичен състав.
3. Получените аналитични данни да бъдат обработени с набор от хеометрични методи, прилагайки пакетът от статистически програми SPSS.

За постигане на поставената пред дисертационната работа цел бяха анализирани 334 проби, взети от находки, предоставени с разбиране от ръководствата на някои от музеите в Североизточна (271 бр.), Северозападна (32 бр.) и Югозападна (31 бр.) България. В основната си част пробите са от фибули, от характерни типове за Ранно- и Късножелязната епоха. Анализи са проведени и на голяма част от

ювелирните инструменти, представляващи част от една от най-големите колекции на подобни находки в България, съхранявани във фонда на РИМ Шумен (51 бр.).

Част от изследваните находки не могат да бъдат отнесени нито към фибулите, нито към инструментите, поради което бе образувана групата „Други“ (35 бр.). Този термин бе използван за проби, взети от обекти, които са с неясна хронология (поради лоша степен на запазеност, силно деформирани и/или недовършени) и/или произход, както проба от шлага, бронзова стопилка, бронзов слитък, гривна, панднатив, бронзови халки, върхове на стрели и заготовки. Тези образци са включени в настоящият дисертационен труд като обекти за съпоставяне на установения химичен състав на фибулите и инструментите на торевтката.

3. Преглед на проучванията

Това е втората глава на дисертационния труд и в нея е направен пълен обзор на излязлата до момента литература, посветена на типологията и хронологията, както на Ранно- и Късножелезните фибули, така и на инструментите. Разгледани са различните теории за произхода на някои от отделните типове, поставени в светлината на най-новите проучвания. Внимание е отделено и на подобни публикации от съседните, на Тракия, региони. Направен е и обзор на всички, проведени до момента, археометрични изследвания на бронз и бронзови изделия в България, като са посочени силните и слабите страни на всяко едно от тях. Изказано е личното мнение на автора относно съществуващите и използвани при датирането и определянето на анализирани находки, класификации. Направеният обзор на постиженията на българската наука в областта на Археометрията, и по-специално частта ѝ, касаеща изследванията на изделията от мед и медни сплави показва ясно липсата на достатъчен брой подобни, съвременни изследвания. Това обосновава важноста на настоящето изследване.

3.1 Типология, класификация и хронология на фибулите от Ранно- и Късножелезната епоха

3.1.1 Ранножелезни фибули

Относно произхода на този тип изделия се съревновават Гърция и Италия (възможно е фибулата като идея да се е зародила и на двете места едновременно) и Централна Европа. Фибулата, като закопчалка, започва да се използва в края на втората половина на II хил. пр. Хр. (Alender 1973, 217; Gergova 1987, 19).

На Балканите първите фибули се появяват през къснобронзовата епоха, като масовото им използване се поставя през ранножелезната епоха. Изработвани се предимно от медни сплави, но също така и от желязо и благородни метали. С течение на времето тяхната форма се разнообразява и усложнява постепенно.

Откритите фибули, причислявани като принадлежащи към ранножелезната епоха, са изключително разнообразни по форма и вид. Това налага съществуващите систематизации и типологии непрестанно да бъдат обновявани и допълвани с нови образци в резултат от новите теренни открития. През втория период на епохата, на територията на Тракия съществуват множество, локално ограничени варианти, продукт на местни ателиета. Това предполага една достигната висока степен на специализация в производството им и съществуването също така на значителни производствени центрове. Разширените културни контакти, както и възможността за търговски обмен, води до разпространението на отделни типове и варианти на фибулите и в съседните тракийски територии. Първите опити за обобщение на натрупания материал през първоначалните години на археологически открития до периода на Втората световна война се свързва с имената на Р. Попов, Б. Дякович и В. Миков. Въпреки малобройния материал, с който са разполагали изследователите, са направени и първите опити за класификация и типологизацията им (Попов 1913а, 290-291; Дякович 1921/22). Разграничени са два основни типа фибули – очилати и дъговидни. В главните типове са отделени подтипове, в зависимост от индивидуалните особености на отделните групи находки. С публикацията на некропола при с. Байлово, Р. Попов поставя въпроса за връзката и мястото на Тракия със централноевропейския халщатски, от една страна, и с гръцкия, от друга, културни кръгове (Попов 1921/22). Засегнат е и проблемът с културните връзки и

съответно влиянията между отделните области. Прокрадва се и идеята за съществуването на чисто тракийски тип фибули.

След Втората световна война, благодарение на редица теренни проучвания, количеството на известните на науката фибули нараства значително. Опит за систематизиране на натрупания до тогава материал, причисляван към Ранножелязната епоха, през 1958 г., прави Ат. Милчев (Милчев 1958). Той определя двуспиралните дъговидни, с триъгълна плочка на иглодържателя, фибули, считани до тогава за илирийски, за продукт на местни тракийски ателиета. Следващата класификация на ранножелезните фибули се свързва с името на Ив. Венедиков, който се опитва да наложи теорията си, че произходът на фибулите, разпространени в Тракия през този период, трябва да се търси в Гърция (Venedikov 1961).

Междувременно обект на редица публикации стават редица единични находки, някои от които са фибули. На редица въпроси, свързани с развитието на фибулите, отговори са потърсени в редица публикации на Д. Гергова (Гергова 1977; Gergova 1980; Gergova 1987). При работата си тя постоянно доразвива и дообогатява изградената своя типология на фибулите и обособява три големи серии - на едноспиралните - серия А, на двуспиралните - серия В и на очилатите - серия С, като едновременно с това прецизира и хронологията на Ранножелязната епоха в Тракия.

Продължава публикацията на редица единични находки, като някои от тях са коментирани и от чужди изследователи. Трябва да се отдаде значимото и на усилията на Института по пра- и ранна история към Университета в Хайделберг, който в поредица от свои издания публикува известните до момента находки от фибули от редица територии от Западна и Източна Европа (PBF, XIV - Fibeln). Появяват се статии на български изследователи, в които е направен опит за преосмисляне на част от написаното до момента (виж напр. - Popov 2006, 10).

3.1.2 Късножелезни фибули

През Късножелязната епоха на територията на Тракия се откриват няколко основни вида фибули. Множество от изградените, в началните десетилетия на ХХ в., типологии и класификации вече не са актуални, поради малкия брой находки, известни на изследователите по време на създаването на последните. Въпреки, че през следващите години броят на откритите образци от най-разпространения тип фибули от територията на Тракия нарасна неимоверно, все още не е предложена типология, която да разработи изчерпателно всички въпроси свързани с произхода, хронологията и областите им на разпространение. Не са разгледани в детайли също така прилаганите техники при производството им, влиянието на чуждите култури, и не на последно място не са обособени центровете им на производство.

Като най-разпространен тип фибули се налагат тези, познати в научната литература като „**тракийски тип**“. Определението е използвано за първи път от Р. Попов (Попов 1923/1924), като той описва типа и прави предложение за евентуалния му произход и развитие. Свои хипотези, свързани със същите въпроси, изказват и В. Миков, Р. Вулпе, А.Д. Александреску, Вл. Зира, Д. Мъндеску и др. От голямо значение за хвърляне на светлина, поне частично, върху въпроса за произхода на тракийския тип фибули, са поредицата от изследвания на М. Домарадски, който също разработва своя типология, използвайки като основен белег формата, размерите и завършекът на крачето. Интересни сведения за един от начините на формване на тракийският тип фибули на територията на земите, населявани от гетите дава Г. Дзанев (Дзанев 2006). Своя класификация на късножелезните фибули изработва и Т. Стоянов.

Многочислена, като брой находки, е и групата на **латенските фибули**. Те се отличават с огромно разнообразие във външното си оформление. Смята се, че този тип изделия са „чужди“ за тракийската култура и са привнесени на Балканите от келтските племена, по време на нашествията им през IV в. пр. Хр. Този тип фибули често са с богата декоративна украса, изработвани са главно от бронз и желязо, но са открити и не малко изделия от благородни метали. В българската научна литература липсва публикация, която да може да бъде определена като обобщаваща относно хронологическото и териториално разпространение на откритите на територията на Тракия латенски фибули. Специално внимание на този тип фибули е обърнато от М. Домарадски, но като цяло по-голямата част от находките са публикувани предимно като съпътстващ материал.

Друг тип фибули са **шарнирните такива**, познати и под наименованията „малоазийски“, „шарнирни“, известни по-рано като тип „Букьовци“ или „Щръбци“. В научната литература няма

наложило се мнение относно произхода на този тип фибули. Находките на този вид фибули са съсредоточени предимно в Западна България, което е в унисон и с намерените екземпляри от типа и в западната ни съседка.

3.2 Типология и класификация на инструментите

Не така добре, в българската научна литература, е разработен въпросът относно техниките на производство на метални изделия и инструментариума на различните ателиета от територията на древна Тракия. Съвсем естествено е, в първата половина на XX в., интересът да е съсредоточен главно върху изделията от благороден метал. Находките са предимно описвани, като технологията на производството им не е обсъждана, а изследователите се задоволяват с това да определят, когато това е възможно, дали изделието е лято или изчукано. През втората половина на века главен обект на изследване продължават да са изделията от благородни метали, но започват да се правят и опити находката да бъде разгледана в контекста на заобикалящата я среда. На преден план излизат опитите на химика В. Василев чрез различни видове анализ да се опита да локализира центрове на производство, да обвърже дадени изделия с тях, а също така и да потърси предполагаемите източници на използваните суровини (Василев 1978а; 1978б; 1980б; 1987). Като цяло обаче преобладават съобщенията за направените открития, които само въвеждат в научно обръщение новите находки. Липсват изследвания, които да включват в анализа си цял набор от дейности (технически, технологически), характеризиращи една метална находка, в комплекс с подробни химически анализи, позволяващи да се съди за качествата на използвания за направата на изделието метал, а в някои случаи и за произхода на рудата, от която е извлечен последният. Крачка напред, в тази насока, е дисертационият труд на Д. Антонов, който прави опит да изясни броя и възможностите на съществуващите в Северна Тракия ателиета за изработката на метални изделия (Антонов 2007).

По-нататък в изложението, е обърнато внимание на използваните от древните майстори начини на обработка на металните листове, независимо от вида на използвания метал и използвания за тази цел инструментариум.

3.3 Археометрични изследвания на бронз и бронзови изделия в България

Като цяло проучванията на изделията, направено от мед и медни сплави, от територията на България са изключително малко. Причината за това, от една страна, се крие в невъзможността (главно поради финансови причини) за българската археология да използва максимално достиженията на съвременните археометрични изследвания в областта на металните изделия, а от друга в пречките, които създава факта, че трябва да бъде нарушена целостта на артефакта. Направен е пълен обзор на всички публикации, обект на които са, частично или изцяло, изделия от мед и медни сплави, произхождащи от вътрешността на съвременна България. Недостатъчният брой и ограниченият мащаб на този вид изследвания за пореден път обосновава важността на настоящето изследване и съществуващите възможности за неговото продължаване в бъдеще, с нови, по-обхватни, както пространствено и времево, така и методологично, изследвания.

3.4 Мнение, относно използваните класификации и състоянието на археометричните изследвания в България

В настоящата част е подчертана липсата на едно обобщаващо произведение, което да събере всички известни находки на фибули, от територията на Тракия, в един голям корпус. Авторът на настоящата дисертация, при изготвянето на своя Каталог и при извършеното класифициране на анализирани находки от фибули, като основа е използвал съществуващите, и актуални все още, типологии на Д. Гергова (Gergova 1987) за ранножелезните образци и съответно на М. Домарадски (Домарадски 1997; 2000) за късножелезните. Отчетен е и приносът на по-късните изследователи, доразвили и дообогатили въпросните две типологични схеми (виж Гл. 2.1.1 и Гл. 2.1.2). Датирането на изследваните находки бе далеч по-проблематично. От една страна, това се дължи на факта, че по-голямата част от тях са постъпили в музеите без конкретна информация за археологическия си контекст (иманярски откупки и случайни находки). От друга страна, затруднението идва и от фрагментарното състояние на повечето – липсват основните типопределящи характеристики – завършек и форма на крачето, плочка на иглодържателя и др. Имайки в предвид посоченото, трябва да се подчертае, че при много от анализирани екземпляри, отнасянето им към определен тип фибула и съответно дата е направено само на база общи морфологични сходства с характерните

представители на съответния тип. При екземплярите, които не позволяват това са посочени най-широки абсолютни граници на използването им.

Анализираните в работата инструменти са разделени на видове, според функционалното им предназначение (виж Гл. 2.2). Липсата на достатъчно публикувани подобни изделия, от сигурно датирани комплекси, отново затруднява абсолютната им хронология. Отнасянето на находките към даден период е извършено отново на база формални и стилови особености, главно на работната повърхност. Имайки в предвид, лошата степен на запазеност на последната при много от тях, както и несигурният произход на самите находки, трябва да се подчертае, че поставените дати също са проблематични.

Направеният обзор на постиженията на българската наука в областта на Археометрията, и по-специално частта ѝ, касаеща изследванията на изделията от мед и медни сплави показва ясно и липсата на достатъчен брой подобни, съвременни изследвания.

4. Изследвани находки от Тракия и типологията им

В тази глава от десертацията подложените на анализ находки са разгледани по тип и дата. Направено е кратко описание на отличителни белези на всеки един от типовете находки, образци от които са анализирани в настоящата работа. Въпреки, че те, в по-голямата си част, произхождат от местонахождения без яснота относно археологическия им контекст, е направен опит да бъдат поставени във възможно най-тесен времеви отрязък. Приведени са и паралели с подобни находки, както от Тракия, така и от съседните региони.

4.1 Фибули

4.1.1 Ранножелезни фибули

От изследваните фибули от Ранножелезната епоха (РЖЕ) (общо 93 бр) най-голям е дялът на двуспиралните (44 бр.), следвани от едноспиралните (26 бр.) и очилатите (23 бр.). Към принадлежащите към тази епоха с известна доза съмнение могат да се отнесат и 2 находки, които не са със сигурна дата (група „Други” - 461.BLG, 465.BLG). Разгледани по региони 55 бр. от анализирани находки са от Североизточна България (в това число – 24 бр. двуспирални, 12 бр. едноспирални и 18 бр. очилати фибули) следван от Северозападна България с общо 24 бр. (в това число – 17 бр. двуспирални, 2 бр. - едноспирални и 5 бр. очилати) и Югозападна България с 16 бр. фибули (в това число – 3 бр. двуспирални, 11 бр. едноспирални и 2 бр. „Други” .

Принадлежността на изследваните образци към даден тип изделие, със съответните варианти, е представена таблично в края на автореферата (виж Табл. 1). Анализирани **едноспирални фибули** са общо 26 броя. Девет, от анализирани образци могат да се причислят към **серия I на тип А** (по съществуващата класификация на Д. Гергова). Като принадлежащи към **тип А II** са определени - 15 бр. от едноспиралните фибули, **една от пробите е от фибула, отнесена към тип А III 3 а и една към А III 5.**

От изследваните **двуспирални фибули**, по – голямата част (26 бр.) принадлежат на определения от Д. Гергова **тип В I**, а към **тип В II** са отнесени 18 бр.

Проби (23 бр.) са взети и от фибули, които могат да бъдат отнесени към т.нар. „очилат тип” – **тип С** (по класификацията на Д. Гергова).

4.1.2 Късножелезни фибули

Анализираните образци, представители на късножелезните фибули се разпределят както следва: най-голяма е групата на т.нар. „тракийски тип” (114 бр.), следвани от латенските (35 бр.) и шарнирните (9 бр.). Основната част от находките произхождат от Североизточна България – общо 154 бр.(в това число влизат – 112 бр. тракийски тип фибули, 26 бр. Латенски и 16 бр. попадащи в групата „Други”). Находките с произход от Северозападна България са 6 бр. (в това число – 1 бр. фибула тракийски тип, 5 бр. Латенски). Пробите от Югозападна България са общо 15 бр., като тук влизат - 1 бр. фибула тракийски тип, 9 бр. шарнирни фибули и 5 бр. латенски.

„**Тракийският тип**” фибули са отнесени както следва: към **тип I** (по класификацията на М. Домарадски) – 22 бр., **тип II** – 12 бр., **тип III** – 1 бр., **тип IV** – 5 бр. и **тип V** – 2 бр. Принадлежащи

към този тип фибули, но отнесени най-общо към него, без възможност за по-точно определение, поради лошата си степен на запазеност останаха 72 бр. находки.

Латенските фибули се разпределят както следва: **LT B₂** – 4 бр., **LT B₂/ C₁** – 10 бр., **LT C** – 2 бр., **LT C₁** – 2 бр., с по 1 бр. - **LT C₁/ C₂**, **LT C₂**, **LT C₂/ D** и **LT D** – 14 бр.

За определянето на анализираниите **шарнирни фибули** е използвана класификацията, разработена от Р. Васич (Vasić 1999). Те са отнесени към: **тип I** – 3 бр., **тип II, вариант а** – 2 бр., **тип V, вариант б** – 4 бр.

4.2 Инструменти

Анализираните в работата **щемпели** (26 бр.) могат да бъдат разделени на няколко групи в зависимост от начина на оформление на работната им повърхност. Най-голям е броят на щемпелите с конична или полусферична глава, следвани от тези с зооморфни, антропоморфни или растителни мотиви, изобразени, върху работната им повърхност.

Изследваните в работата **матрици** са осем броя. В зависимост от изображението си, изследваните матрици се разделят на четири групи – с антропоморфна, със зооморфна, с растителна и с геометрична украса.

В работата са анализирани седем **калъпа**, като само от единия от двусъставните такива са запазени и двете му части. Функционалното предназначение на изработваните в тях изделия е много разнообразно.

На девет, от двадесет и шестте щемпела и на една от осемте матрици, изследвани в настоящата работа, вече е правен химически анализ, като за съжаление не е упоменат методът, използван за установяване на оповестените количества от елементи (Атанасов 2003, 2005).

4.3 Други

В така обособената група попадат проби от находки (35 бр.), които са с неясна хронология поради лоша степен на запазеност, а също така и такива, взети от обекти, попадащи извън двете големи групи от анализирани предмети (фибули и инструменти). Идеята за анализа на тези артефакти бе продиктувана от няколко причини. От една страна бе направен опит да се набави една статистически значима група от проби от изделия с различна утилитарна функция. От друга страна, при положение, че анализът на двете големи групи от предмети доведе до извеждане на някаква рецепта за изготвяне на бронза, съобразена с вида на изделието и/ или неговото предназначение, то сравнението на състава на тази сплав с този на артефактите от група „Други” би позволило да бъде проверено, до колко, този състав е бил използван преимуществено да изработване на определен тип находки.

5. Характеристика на някои от използваните в Археометалургията аналитични методи

5.1 Поява и развитие на Археометалургията като наука

В тази част от дисертацията е проследена появата и развитието на Археометалургичните изследвания от момента на зараждането им до днешно време. Отбелязани са и някои от основните въпроси, вълнували пионерите в тази област.

5.2 Видове аналитични методи

Описани са и основните видове аналитични методи, използвани от нея, като всеки един от тях представен с предимствата и недостатъците си. Основно внимание е обърнато на Атомноемисионна спектроскопия с индуктивно свързана плазма (ICP-AES), методът с който са изследвани пробите, обект на настоящата дисертация. Определянето на елементния състав на веществата при този метод се основава на изучаването на спектъра на излъчване на атомите и йоните. За да се получи емисионен спектър е необходимо изследваната проба да се изпари, парите да се атомизират и свободните атоми и йони да се възбудят. За етапа на атомизация анализиранията проба се подлага на въздействието на висока температура, при която съединенията се разлагат напълно до атоми, чиито спектри се изучават. Като източник за възбуждане на атомните спектри при този метод се използва плазмата, която представлява съвкупност от атоми, йони и неутрални атоми. Високата температура на атомизация (до 10 000 °C), която се постига, редуцира голяма част от химичните пречения, затрудняващи анализа с атомноабсорбционните методи. Плазмата, която се използва в атомната спектроскопия се състои от йонизиран газ, който най-често е аргон (Ar). За да може пробата да

постъпи в изпарителя, е необходимо да бъде приведена в разтвор. Основен проблем при разтварянето на медни проби е привеждането, в разтвора, на всички включени в метала или сплавта елементи. Най-често като разтворител на медните проби се използва азотна киселина (HNO_3), но по този начин някои от компонентите на сплавите (злато, антимон, платина, иридий, големи количества калай и др.), не преминават в разтвора. За да се определят изброените по-горе елементи един от вариантите е да се извърши разтваряне в царска вода ($\text{HCl} : \text{HNO}_3; 3 : 1$). Така те образуват стабилен хлориден комплекс и могат да бъдат определени. Поради стремежа във всяка малка проба да бъде определено възможно най-голямо брой елементи, голямата чувствителност на метода е от особено значение. Важно е също така, че за анализ с ICP-AES, количеството проба, което е необходимо, не е така голямо, както изискват някои други методи (напр. AAS). Един от недостатъците на метода е, че при анализа пробата бива унищожена и не може да се използва за анализ с друг метод. Процесът на работата се контролира, като се анализират предварително осигурени стандартни материали.

6. Археометричен анализ на пробите

6.1 Археометалургични изследвания на мед и медни сплави и проблемите свързани с това

Тази част от дисертацията е посветена на използваните в процеса на работата термини, проблемите, свързани с проучването поради различното поведение на отделните елементи при процесите на пирометалургична обработка на рудите, както и трудностите свързани с интерпретацията на резултатите.

Рудните находища се разглеждат като геохимични аномалии в земната кора, представляващи натрупване на определени минерали и скали. В праисторическо време, поради по-малката нужда от метал, а и поради ограничените технологични възможности на хората, вероятно е било “изгодно” да се разработват и най-малките такива. Най-вероятно тези малки находища са били изчерпани още тогава, поради което днес е напълно невъзможно те да бъдат идентифицирани. Имайки в предвид това, може да се заяви, че днес не сме в състояние да изследваме химически (в някои случаи да локализираме дори) всички древни рудни находища дори и за неоглям географски ареал, за да можем с абсолютна сигурност да отнесем към някое от тях дадена находка. Това, на което се разчита, е идеята, че още от зората на металургията хората са започнали да експлоатират по-големите такива. Множество са доводите, които позволяват да се приеме, че добивът и преработката на рудата са били дело не на всеки, а на ограничен кръг от хора, които са предавали своите знания и опит в рамките на това затворено общество (Pleiner 2000, 104-105).

За праисторическите миньори са били достъпни само повърхностните пластове (в общи линии те са следвали жилата и на някои места са навлизали до не малката за онова време дълбочина – 20 m от земната повърхност). Ето защо от особен интерес за археометалургията представляват процесите на окисляване на сулфидните руди, които водят до разлики в химичния състав на рудата в ограничен периметър от дадено находище. За да могат да се правят изводи относно произхода на метала, технологията на добив и производство, както и на предполагаемите изходни суровини, трябва да се разполага с подробни и изчерпателни данни за вида на примесите и количеството им в медта или медните сплави. При провежданите химични анализи най-често се изследват примесите: Ag, As, Fe, Sn, Ni, Sb, Zn, Pb, Au, Co, Bi и Se. Всички те, но най-вече Ag, Au, Fe, Ni, Co, Zn и Pb имат много добра разтворимост в медта и близки химични свойства, което обуславя факта, че наличието им в суровините, от които е получен метала, определя и наличието им в крайния продукт.

Един от най-сигурните индикатори за това, че медта е била получена следствие на пирометалургична обработка на рудата, е количеството на желязото, говорещо за наличието на процеси на редукция и топене. Анализите на ранни медни артефакти показват, че желязото в измерими граници присъства почти винаги като примес в тях, като количеството му се увеличава съществено при достигането на определено, по-високо ниво на развитие на медната металургия. Обяснението на това се търси в идеята, че за получаване на най-ранната мед са били използвани минерали, които са били разпознавани лесно (малахит, азурит, куприт) и които са били със съдържание на мед от порядъка на около 60 %. От тях в малки по размери пещи, чрез редукция, е бил извлечан металът. Температурата, която се развивала в тези пещи не е била достатъчна, за да доведе до редукцията и на съдържащите се в минерала желязни съединения и те са оставали в шлаката. Високото процентно съдържание на желязо в даден артефакт може да се дължи и на използването на нерафинирана мед за изработката му. Важно е да се отбележи, че промените в химическия състав в резултат на пирометалургичните процеси не засягат всички елементи в една и съща степен. Елементите, които имат сходно поведение с това на медта, както беше казано по-горе, променят незначително съотношението си спрямо нея при прехода от руда към суров метал.

Елементите, които са по-малко податливи на редукция попадат в шлаката, като количеството им се определя от условията на металургичната преработка.

Въпросът със сплавите на медта също е интересен и съвсем не е еднозначен. Сплав на един метал се нарича комбинация от два или повече елемента, с преобладаващо метален характер, като най-малко единият от тези елементи трябва да е метал. Целта на сплавянето е промяна в свойствата на метала (химични, физични, оптични и т.н.). Не винаги обаче е възможно да се каже със сигурност кога един елемент е съзнателно добавен. Това е така, защото много от елементите се срещат в различни количества в сплавяния метал. Тук е мястото да се даде и общоприетото и най-масово възприето определение на понятието „**бронз**” от гледна точка на съвременната металургия – метална сплав, състояща се от около 90 % мед и 10 % калай. През различните исторически епохи обаче този състав варира (между 5 и 15 %), като съдържанието на калай при някои сплави достига 30 %!. Същевременно се променят и различните елементи, добавяни умишлено.

Разгледани са някои от основните видове сплави на медта, като са посочени и приеманите, в научните среди, граници на изкуствено въвеждане на различните елементи в металната сплав. Обърнато е внимание и на промените във физичните свойства на сплавите, вследствие добавката на различните елементи, съобразно внесеното в метала количество на всеки един от тях.

6.2 Експериментална част

На този етап от изследването е извършен подбор на представителен археологически материал, проблемът който ще се решава е анализиран детайлно, с цел да бъдат по ясно поставени конкретните въпроси, отговор на които се търси. Взети са под внимание и съществуващите да момента проучвания в тази област. В настоящата работа са изследвани находки от фондовете на музеите в градовете Перник, Благоевград, Шумен, Враца, Исперих, и Варна. Пробите, в основната си част, произхождат от фибули, като са анализирани представители както на трите основни серии фибули, характерни за Ранножелязната епоха, така и такива, характерни за Късножелязната епоха. Проби са взети и от по-голяма част от една от най-представителните колекции от антични сечива за обработка на метал от фонда на ИМ Шумен. На анализ са подложени и няколко находки, остатък от металургична дейност, вътрешността на антична пота със следи от дълга употреба, бронзов слитък, няколко върха на стрели и единични накити от друг тип.

6.2.1 Пробовземане

Пробовземането е деликатна процедура, зависеща до голяма степен от типа и състоянието на находката, а също така както от целите на анализа, така и от използвания аналитичен метод. За определяне на химичния състав на находката е достатъчно парченце или стружка от метала с големина от порядъка на 20 –30 mg.

6.2.2 Пробоподготовка

Повърхността на метала бе почистена от оксиди и продукти на корозия посредством ецване (в случая, краткотрайно действие на киселина). Пробите, в по-голямата си част, бяха под формата на метални стружки или прах, получени от пробовземане със стоманено борче. Малка част от пробите бяха взети чрез отрязване на част от обекта. По-едриите стружки бяха допълнително начупени. Използваният, в настоящата работа, метод за анализ (ICP-AES) изисква пробите да бъдат разтворени. Това бе извършвано в “царска вода” (смес от солна и азотна киселина в съотношение 3 : 1), което гарантира пълното разтваряне и запазване на всички елементи.

6.2.3 Химичен анализ

Анализът за определяне на елементния състав на изследваните образци бе проведен с помощта на атомноемисионен спектрален анализ с индуктивно свързана плазма (ICP-AES). Изследването бе осъществено с прибор на фирмата Spectro (Германия) модел Spectroflame D. Самият анализ е извършен в Химическият факултет към Софийския Университет „Св. Климент Охридски”, като част от пробите бяха обработени от ст. ас. д-р Илиян Илиев, а друга от гл. ас. д-р Бойка Златева-Рангелова, под ръководството на проф.дхн Ивелин Кулев. Специално разработената за целта програма позволява определянето на следните химични елементи: мед (Cu); цинк (Zn); калай (Sn); олово (Pb); арсен (As); сребро (Ag); кобалт (Co); никел (Ni); желязо (Fe) и антимонов (Sb). По такъв начин всички елементи, представляващи интерес при провеждане на археометрични изследвания на находки, изработени от мед и сплави на медна основа могат да бъдат определени достоверно. За да се

проконтролират резултатите от работата беше анализиран стандартен референтен материал SRM-BAM-211. Налице е много добро съвпадение на получените при анализа данни и сертифицираните стойности, чрез което се демонстрира надеждността на получените в хода на изследването аналитични данни.

6.2.4 Инструментарии за статистическа обработка и анализ на данните

Отделните групи находки са представени с тяхната средна стойност, стандартно отклонение и тяхното съотношение – относително стандартно отклонение. В конкретния случай, за представителността на данните, спомага относително големият брой на наблюденията, дори в региона с изследвани най-малък брой находки – Северозападна България (33). За да се избегне субективността в прочита на толкова много данни, и да се допълни анализът им бе извършен и анализ на вариацията (ANOVA, статистически пакет OriginPro v.8.1 (one –way, two - way ANOVA). В допълнение бе извършен и йерархичен кластерен анализ. Получените аналитични данни бяха подложени на статистическа обработка с помощта на пакета от статистически програми SPSS v.14.0 (Hierarchical cluster analysis, Statistic: Agglomeration schedule; Proximity matrix, Dendrogram (all clusters), Method: Between-groups linkage, Interval: Squared Euclidian distance). Преди да се пристъпи към конкретното клъстериране на данните бе направена z- трансформация. По този начин за всеки елемент бе получена променлива със средна аритметична стойност нула и отклонение единица. Последното бе извършено с цел уеднаквяване на тежестта на всеки елемент в анализа.

7. Анализ на резултатите

В тази глава са обобщени данните от статистическата обработка на аналитичните данни. На база на получените резултати са направени редица изводи свързани с типа на изделието и вида на бронзовата сплав.

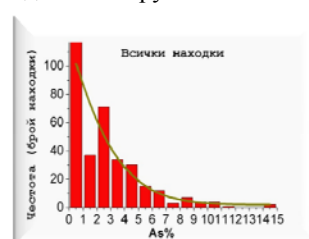
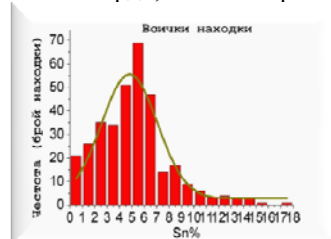
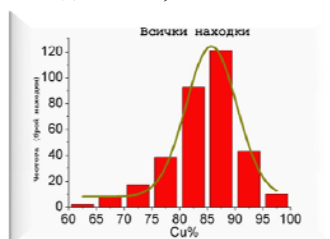
7.1 Обобщено представяне на данните

7.1.1 Основни статистически характеристики

Статистическата обработка на данните показва значителна степен на разсейване около средните стойности при почти всички елементи с изключение на медта. И стандартните отклонения и относителното стандартно отклонение са по-скоро високи за всички останали елементи. Това, от една страна, е обяснимо поради включването, в анализа, на изделия изработени в различно време и имащи различно приложение. Включването на обобщените, по този начин данни, цели най-общо представяне на резултатите от изследването. В допълнение получените средни стойности и отклоненията могат да се използват като отправна точка при сравняване на по-конкретни извадки /по време, тип, регион/.

7.1.2 Хистограми на разпределение на находките по основни химични елементи

Медта, като основен компонент на бронзовите сплави присъства в относително високи концентрации. Ако се изключат 16 проби, при които съдържанието на този елемент е в сравнително ниски стойности (под 70%), може да се твърди, че при основната част от анализирани образци съдържанието на този елемент се движи в границите на 71,0 – 98,5 %, като средната стойност е 84,1 %. Основна част от находките попадат в групата със съдържание на мед от 80 до 90%. Съответно 91 находки са със съдържание на мед между 80 и 85 %, а 119 са със съдържание на този елемент между 85 и 90 % . Трябва да се отбележи че при 22 находки (с изключение на само една - 455.BLG, всички останали са от фондовете на музеите от Северозападна и Североизточна България) медта е в количества надвишаващи 93%! Прави впечатление че всички фибули от тракийски тип, които попадат в тази група са с произход от Варненско. Също така трябва да се отбележи, че тук попадат и 4 щемпела и два от анализирани в работата калъпи. При два от тези щемпели не бе установено количествено присъствие на други елементи, в стойности, които да свидетелстват за съзнателното им добавяне, т.е. може да се твърди, че въпросните два инструмента са медни.



Изключвайки 18 находки, в които е регистриран **калай** под 1 %, поради което те не биха могли да бъдат причислени към находки от калаен бронз, концентрацията му в изследваните находки се движи в интервала 1,1 – 10,9 %. Условно според съдържанието на калай находките могат да се разделят на следните групи: първа със съдържание на калай между 0,005 – до под 1 %! (17 бр.); втора с концентрация на калай от 1 до към 3,5 % (75 бр.), трета от 3,5 до 10 % (221 бр.) и четвърта с високо съдържание на калай от над 10 до 18 % (21бр.). Всички проби със съдържание на калай над 14% произхождат от Североизточна България. Максимумът в разпределението е между 5 – 6 %. Така посочените стойности важат основно за пробите от Североизточна България. От тук произхождат и по-голямата част от находките (24 бр.), чието съдържание на калай надхвърля 8 %, като особено важно за отбелязване е, че 14 от са щемпели, матрици, калъпи или отлети в тях изделия. Резултатите от анализа на пробите от Северозападна България показваха, че във всички изследвани артефакти, с изключение на два, съдържанието на калай е в интервала 5,0 - 13,5%.

В Югозападна България нещата стоят малко по-различно – количеството калай варира между 0,01 и 5 %, като максимумите в разпределението са между 3 и 5 %.

Изготвените хистограми, засягащи количественото съдържание на **арсен** в изследваните проби, показваха, че в голяма част от пробите съдържанието на този елемент се движи в границите между – 0,01 и 5 %. Може да се каже, че съществуват два максимума в разпределението, а именно между – 0,01-1 % (101 бр.) и между 2-3 % (69 бр.). Изключението отново се наблюдава в находките от Югозападна България, където вторият пик е в границите на 4-5 %. Средното съдържание на арсен в анализирани находки е 2,55 %. При 44 проби е установено завишено съдържание на арсен в бронзовата сплав – от 5,01 до 14, 85 %! При всички тях (с изключение на 8 бр.) е регистрирано и количество на калай и олово над 1%. Трябва да се обърне внимание на факта, че основната част от находките, показващи такова завишено съдържание на арсен, произхождат от Североизточна България (35 бр.), следвани от 6 бр. находки от Северозападна България. Този резултат заслужава специално внимание, тъй като е указание за съзнателно внасяне на арсен в сплавта, целящо постигането на определен ефект.

Регистрираните количества на **среброто** са в рамките на по-малко от 0,001% до 4,22 %, като средното съдържание на този елемент е 0,12 %. Тази концентрация е по-висока, в сравнение с установените такива на бронзови артефакти от други части на Европа и Азия, което навежда на мисълта за евентуален местен произход на използваните суровини, от които е получен метала или някои от използваните за приготвянето му суровини. Съдържанието на **антимон** в изследваните находки е в границите на по-малко от 0,001% до 3,36 %, като средната му стойност е 0,15 %. Антимонът, заедно със среброто, имат съществено значение за определяне на възможните източници на метала, както и за технологията на изработване на изследваните находки.

Интересни за изследването са и данните за количественото съдържание на **желязо** (в рамките на по-малко от 0,001 до 9,08 %) , **никел** (от 0,002 % до 1,36 %) и **кобалт** (в рамките на по-малко от 0,001 до 3,91 %), тъй като и трите елемента проявяват сходно поведение при пирометалургичната преработка на рудата и метала. Това, относително високо, съдържание на тези елементи индикира, че преработката на рудата до метал и последвалото му претопяване е протекло при силно редуциращи условия.

Съдържанието на **олово** в изследваните находки се движи в границите на по-малко от 0,001 до 26,61 %, като средната му стойност е 3,8 %. Могат да бъдат разграничени няколко групи: първата е със съдържание на олово между по-малко от 0,001 до 2,65 % (179 бр.), в която присъствието на олово се възприема като привнесено в сплавта като примес към медната руда; втората, в която съдържанието на олово е в границите на 2,6 - 6,4 % (76 бр.); и третата, при която измереното количество олово е между 6,4 – 26,6 % (60 бр.). Ако се изключат 4 находки, произхождащи от Югозападна България, може да се приеме, че в последната група попадат обекти, чиито произход се свързва основно със североизточния дял на България.

7.1.3 Анализ на корелациите

Целта на настоящия анализ бе да се потърси линейна корелация между някои от анализирани елементи с цел да се извлече информация относно евентуални общи източници на руда и да бъде направен опит за обяснение на технологията на производство на изделията. Изготвените, графики целят едно по-нагледно представяне на разпределението на съдържанието на съответните елементи по региони, което да допълни вече представената под формата на хистограми информация.

Корелация, макар и ниска, между елементите **Ni** и **Co** е установена в Североизточна и Северозападна България. Установеното групиране на находките в първия регион, позволява да се изведат следните зависимости. Двуспиралните фибули попадат предимно в групата със съдържание на кобалт около нулата и никел от нула до 0,5%, но имат и представители във втората такава(кобалт около 0,7% и на никел от 0,1 до 0,3%). Едноспиралните фибули са равномерно разпределени в тези

две групи. Почти всички изделия от категория „Други” (с изключение на две - 016.NOV, 102.VAR) попадат в първата група. Всички инструменти, без изключение, попадат в първа група. Там са разпределени и повечето от латенските фибули. Повечето тракийски фибули отново попадат в така описаните две големи групи находки, като има и няколко, които се отличават със завишено съдържание на тези два елемента. При находките от **Северозападна България** се отчита статистически значима корелация от 0.72, чиято достатъчно висока стойност би следвало да се приеме за значима, т.е. с нарастване на концентрацията на кобалт, нараства и съдържанието на никел в находките. Това означава, че източникът им в бронзовата сплав е един, т.е. рудата. За находките от **Югозападна България**, освен липсата на значима корелация между съдържанието на никел и кобалт може да се отбележи следното. Шарнирните фибули образуват хомогенна група по отношение съдържание на кобалт под 0,05%. Като цяло може да се твърди, че съдържанието на никел при едноспиралните фибули е по-ниско от това на шарнирните и сходно с латенските. Корелацията между елементите **арсен и олово** доведе също да интересни наблюдения. За находките от **Североизточна България** значима такава не бе отчетена. Едноспиралните фибули оформят относително хомогенна група със съдържание на арсен от 2,3% до 5% и на оловото до 5%. Групата на инструментите е с особено разнообразно съдържание на олово, като при някои находки то достига до 27% , а същевременно количеството на арсена е $\leq 0,001$. Повечето латенски фибули имат съдържание на олово до 10% и на арсен до 7%. По-голямата част от фибулите тракийски тип се групират около съдържание на олово до 5% и на арсен до 4%. Отношението на арсен и олово при находките от **Северозападна България** отчита статистически значима корелация от 0.3. Имайки в предвид ограничения брой на изследваните изделия, както и общото им разпределение, тя е трудно да бъде възприета. По-правилно е да се говори за твърде голямо групиране по отношение на съдържанието на елементите – група 1, с ниски стойности на олово и арсен; група 2, със съдържание на арсен между 1-2 % и ниско съдържание на олово (около 1%); трета група със съдържание на арсен от 8 - 14,5 % и олово от около 1 % и четвърта група със съдържане на олово от около 2 % и арсен между 3 и 4 %. При находките от **Югозападна България** не се отчита статистически значима корелация. Все пак съществуват определени разлики, в зависимост от типа на изделието. Шарнирните фибули, без изключение, са със съдържание на арсен под откриваемия минимум. По отношение на съдържанието на олово, повечето попадат в границите от 0 до 5%. При латенските фибули, съдържанието на арсен е в границите от $\leq 0,001$ до 4,5%, а това на оловото от $\leq 0,001$ до 2,2%, като изключение прави една проба със съдържание на олово от 10,93%.

По отношение съдържанието на **никел и арсен** следва да се отбележи регистрираната, относително ниска, корелация от 0,23 за находките от **Североизточна България**, която се дължи предимно на изделията от тип „Други” и на едноспиралните и тракийския тип фибули. За пробите от **Северозападна България** не е отчетена статистически значима корелация, а разпределението на находките прилича в известна степен на, дискутираното вече, отношение на олово - арсен. При пробите от **Югозападна България** не се наблюдава никаква изразена корелация, както по отношение на различните видове фибули, така и за групата като цяло.

Отчетената корелация от 0,33 между елементите **арсен и кобалт**, за находките от **Североизточна България** е статистически значима и основно се дължи на едноспиралните и латенските фибули. В **Северозападна България** такава липсва и относно разпределението на находките би могло да се каже, че е определено от съдържанието на арсен. За пробите от **Югозападна България** също не е отчетена статистически значима корелация. Корелация по тези два елемента не отчетена и при отделните видове изделия.

Потърсена бе и корелация между елементите **антимон и арсен** (Фиг. 8). За пробите от **Североизточна България** е отчетено наличие на статистически значима, но много ниска, корелация от 0,1. Единствено при латенските фибули може да се говори за положителна такава. Значително по-висока (0,41) е корелацията в **Северозападна България**. Тя, до голяма степен, се дължи на двуспиралните фибули и съдържанието им на арсен. Количеството установен антимон най-общо не превишава 0,15 %. При очилатите фибули то е от 0,02 до 0,1% . При тях е трудно да се говори за положителна корелация поради ограничения брой на находките. При латенските фибули, съдържанието на антимон се движи в границите от 0,02 до 0,13%, а при двуспиралните - от 0,02 до 0,15% . Вероятно отново двуспиралните фибули са причина за отчетената положителната корелация. Взети като едно цяло, за пробите от **Югозападна България** не е отчетена статистически значима корелация. Не може да се говори за наличие на корелация и разглеждайки изделията според типа им. Като цяло, пробите са относително равномерно разпределени според съдържанието на

антимон, което преобладаващо е в границите от 0 до 0,4%. Трябва да бъдат отчетени по-високите стойности за латенските фибули и по-ниски от средните за двуспиралните.

За пробите от **Североизточна България** по отношение на корелацията **арсен - желязо** не е отчетена статистически значима такава. Разпределението на отделните типове фибули е много сходно, като единствено инструментите се отличават поради значително по-ниското съдържание на арсен в тях. За **Северозападна България** също не е отчетена статистически значима корелация. Трябва да се посочи относителната хомогенност на находките според съдържанието на желязо в сплавта. За **Югозападна България** е отчетено наличие на отрицателна корелация от -0,32.

В никой от изследваните райони корелацията **олово - калай** не е значима. В **Североизточна България** двуспиралните фибули са със съдържание на калай до 10% като изключение правят две проби с 14,2% и 12,7%. Изделията от тип „Други” показват съдържание на този елемент до 6,5%. Подобно на двуспиралните, еднospиралните фибули показват съдържание на калай до 10%. Инструментите са много разпръснати, като съдържанието на калай при някои достига до 17%. Разпределението на латенските фибули е много подобно на това на еднospиралните. Тракийския тип фибули, с едно изключение (14,2%), е със съдържание на калай до 9%. Не се забелязва корелация и при отделните типове изделия. В **Северозападна България** очилатите и латенските фибули са със съдържание на калай от 6 до 12%, а при двуспиралните фибули то е в малко по-широк диапазон от 5 до 13%. Две, от трите проби, класифицирани като „Други” са също с много ниско съдържание на калай, но това е нормално, защото сплавта от която са изработени е месинг. Като цяло може да се каже, че в региона съществува относителната хомогенност на находките според съдържанието им на калай. В **Югозападна България** шарнирните фибули, без изключение, са със съдържание на калай под 4%. При латенските то е още по-ниско – до 2%. Двуспиралните фибули се характеризират с относително по-високи стойности на този елемент – от 4 до 6%. Тези стойности са значително по-високи от регистрираните при шарнирните и латенските фибули.

Проверено бе и наличието на корелация между елементите **сребро и олово**. В **Югозападна и Северозападна България** този коефициент е около 0,5, като в първия регион такава се открива при еднospиралните фибули, а във втория - при двуспиралните фибули. В **Североизточната** част на страната, корелацията е незначителна. Липсата на такава говори, че оловото, добавяно в сплавите е било предварително обезсребрено и внасянето дори и на големи количества олово няма да повиши концентрацията на сребро в сплавите.

7.2 Анализ на резултатите според датирането на находките

В главата е проведен анализ според датата на находките, тъй като разделението им по региони има своето значение в анализа на данните, но е недостатъчно за постигане на пълнота в познанието за изделията. Артефактите са разделени в две големи групи, а именно – ранни и късни. Отново е установена относителна стабилност в съдържанието на мед и калай и високата разпръснатост на находките по съдържание на останалите химични елементи. Като цяло по-късните находки се характеризират със значително по-високо съдържание на цинк /0,50 % спрямо 0,22%/ и олово /4,5% спрямо 1,8 %/, и по-ниско на калай /4,8% спрямо 6,12%/ и арсен / 2,3% спрямо 3,2%/ . Този резултат следва да бъде оценен като промяна най-общо на източниците на суровина, т.е. на руда, от която е получен метала. Същевременно такава промяна, която е продиктувана от разлика във времето, може да бъде тълкувана и като промяна в технологията на изработване на предметите. Промяната в установената концентрация на съдържанието на цинк с времето не би следвало да се оценява като много драстична, но определено е свързана с промяна на източника на мед. Същото би могло да бъде казано и за данните, установени по отношение на оловото. По-ниското съдържание на калай в сплавите би могло да бъде свързано с известни затруднения по отношение на доставката на суровината, доколкото на Балканския полуостров липсват залежи от калай. Посочените стойности на съдържанието на арсен, навеждат на мисълта за съзнателно добавяне на този елемент в бронзовата сплав. Такъв един резултат би могъл да бъде тълкуван като известно рециклиране на стари (от началото на бронзовата епоха) арсенови бронзови изделия. Тези разсъждения обаче са само хипотетични, защото заради установената висока степен на разсейване разликите между ранните и късните находки не могат категорично да бъдат потвърдени.

7.3 Анализ на резултатите според региона и датировката на находките

За да се разграничи правилно влиянието на отделните фактори бе проведен двуфакторен анализ на вариацията, като избраните основни фактори в конкретния случай са време и регион. Извършено бе сравнение на трите основни региона Северозападна, Североизточна и Югозападна България, отчитайки, едновременно с това, и датировката на находката. Изборът на двуфакторен анализ пред две последователни еднофакторни изследвания цели да се отличи влиянието върху техния състав на времето за изработване на находките от влиянието на района, в който са намерени, както и евентуално произходът на металите и начина на тяхната обработка. Следователно, ако има разлики в състава, дължащи се на по-ранната или по-късната поява на находките, тези разлики няма да бъдат преписани погрешно на района, в който са намерени, поради преобладаващи находки от по-ранен или от по-късен тип. Доколкото анализът на коефициента на вариацията дава само информация за наличието или отсъствието на разлика в групите, но не и кои са отличаващите се групи, бе извършен и последващ анализ. Последователно бяха проведени тестове за откриване на тези разлики Tukey Test и Bonferroni Test. Бе установено, че факторът време е значим за някои от определените елементи– As, Pb, Sn. Това означава промяна/ развитие на технологията на производство на изделията. Като цяло не се отчита взаимодействие на двата фактора, а именно време на изработване и район на намиране. Анализът показва още, че съдържанието на **арсен** не е значимо различно по отношение на района, в който е намерена находката, но съществуват разлики по отношение на времето, към което е отнесена находката. Времето е определящ фактор в два от районите, а именно Северозападна и Югозападна България, където средните стойности се различават при съпоставяне на по-ранните и по-късните изделия. Същевременно средните стойности за съдържанието на арсен в бронзовите находки от Североизточна България са много близки и не е възможно по този показател да бъдат разграничени една от друга по-ранните и по-късните находки. По отношение на съдържанието на **кобалт** находките от Североизточна България се отличават от другите два района (Северозападна и Югозападна България), които пък показват относителна прилика един с друг. Времето на поява на находките в случая не е значим фактор, т.е. няма съществена разлика в съдържанието на кобалт при ранните и късните находки. Съдържанието на **никел** в изследваните бронзови находки позволява да бъдат разграничени добре Югозападна (0,08%) от Североизточна (0,18%) България, като не се наблюдава съществена разлика в съдържанието му в зависимост от времето на поява на находката. Съдържанието на **олово** е статистически различно за находките от Североизточна и Северозападна България. При това се наблюдават съществени разлики при ранните и късните изделия във всеки от трите района. По отношение на съдържанието на **калай** в бронзовите находки данните показват различие за всеки район, както и наличие на съществени разлики на ранните спрямо късните находки във всеки един район. От така представените резултати, може да бъде изведен изводът, че има значително по-голяма прилика в химичния състав на находките от Северозападна и Югозападна България, където значими разлики се откриват само при един от петте изследвани елемента– калай (Sn). Доколкото находките от североизточната част на страната показват различия по повечето от елементите спрямо западните райони на България (Северозападна и Югозападна), то това намира своето обяснение във факта, че в североизточната част на страната не са известни рудни находища, които биха могли да бъдат използвани от древните металурзи. Следователно всички метални находки в тази част на страната са изработвани от метали, които са били обект на търговски обмен. Същевременно в северозападната част са били експлоатирани местни суровини.

7.4. Анализ на находките в рамките на отделните региони

В тази си част, анализът, продължава с изследване и сравняване на находките в рамките на отделните географски обособени райони – Северозападен, Североизточен и Югозападен. За всеки от районите е подбран набор от находки, за които разполагаме с поне пет наблюдения от даден тип, за да имат резултатите някакъв статистически смисъл. Извършен е еднофакторен анализ на вариацията, целящ установяване на сходството/различието на отделните групи по отношение на химичния си състав.

7.4.1 Североизточна България

7.4.1.1 Общо за всички находки

Проведените анализи доведоха до ясно обособяване на находките в две групи с относително различен състав, а именно фибули и инструменти. Инструментите съдържат значително по-малко количество арсен в сравнение с фибулите. По-ниско е количеството на никела и кобалта в инструментите. Същевременно средната стойност за съдържанието на калай в тях е по-висока, отколкото е установено за фибулите. Значително по-високо е съдържанието и на олово. Както за калая, така и за оловото обаче, данните са статистически трудно различими, поради относително големите разлики в съдържанията на отделните типове! Ето защо бе извършен и еднофакторен анализ на двете групи поотделно.

7.4.1.2 Фибули

Относно сравнението на химичния състав на по-ранни с по-късни фибули от този регион не съществуват особени разлики. Не е установено обособяване на отделни хомогенни групи по тип или време на датиране. В голямата си част фибулите са еднородни по отношение на химичния си състав. Изключение прави съдържанието на Sn, което се оказва по-ниско за латенските фибули. Разделяйки находките според типа сплав, от която са изработени, се установява, че най-голяма е групата на калаеният бронз.

7.4.1.3 Инструменти

Въпреки съществуващите разлики между съдържанието на отделните елементи в металната сплав на различните типове инструменти, може да се обобщи, че това което ги обединява е относително високото количество на олово и ниското такова на цинк, арсен, кобалт и желязо в бронза. Допълнително бе проведен вариационен и клъстерен анализ на инструментите. Те отново потвърдиха сходството в състава им особено по отношение на микроелементния състав /Ag, Ni, Co, As, Sb/. Резултатите са интересни, тъй като, ако се приеме, че калъпите, матриците и щемпелите са били част от инструментариума на една металургична работилница, то тогава това сходство по микрокомпоненти е очаквано и разбираемо, защото може да се допусне, че майсторът, който сам е изработил (последователно или в определен къс отрязък от време), голяма част от необходимите му сечива, е използвал руда с един и същ произход. Тъй като обаче, за жалост, анализиранияте находки са извън археологическият си контекст, изводите, направени на базата на тези резултати могат да бъдат само хипотетични. Кластерирането на инструментите по макросъстав доведе до обособяването им в няколко групи, които макар и близки по своя химичен състав се различават една от друга. Това би могло да се разглежда като знак за това, че майсторът(те), съзнателно са добавяли даден елемент в бронзовата сплав с цел постигането на определени качествени промени във физичните ѝ свойства. Не бива да се отхвърля и възможността тази разлика да се дължи на факта, че в район, лишен от рудни залежи, древните майстори са използвали за изработката на необходимите им артикули всякакви метални предмети, включително и рециклиране на по-стари бронзови находки. Последното предположение е напълно реализуемо и най-вероятно. Инструментите бяха разгледани и по тип, което позволи да бъдат извлечени допълнителни изводи:

Калъпи – анализът показва, че този тип изделия са със сходен микрокомпонентен състав. Ag, Co и Ni постъпват в сплавта от медната руда, но кобалтът и никелът са индикатори за технологията на получаване на метала от рудите. Бе установено, че разликите в състава на изделията са по-скоро на маркокомпонентно ниво. За изработката на калъпите са използвани най-малко 3 вида метал и единствено за два от тях (394.SHU и 395.SHU) може да се твърди, че са изработени по едно и също време. Това заключение е както от състава на метала, така и (най-вече) от факта, че са две части на един калъп. Бяха определени основните типове сплави, използвани за направата на калъпите – калаен бронз, калаен бронз с добавка на олово, калаен бронз с добавка на арсен и оловен бронз.

Матрици - при извършеното кластериране на находките според анализиранияте микроелементи отново бе обособена една група от сходни изделия. За две от находките от с. Драгоево, може да се допусне, че са направени от една стопилка и по едно и също време. Бе установено, че основните различия идват от разлики в съдържанието на микроелементно ниво, а изготвената графика потвърди обособеното разделение на пробите според типовете метал, от които са изработени находките. Те са: калаен бронз, калаен бронз с олово и калаен бронз с добавка на цинк.

Щемпели – изготвените дендрограми, базирани на микрокомпонентния състав на анализиранияте обекти показва, че те, с три изключения, са много сходни един с друг. При една от пробите бе измерено съдържание на мед - 98,45% и същевременно заниженото присъствие на всички останали

елементи (с изключение на арсена – 0, 90 %). Това недвусмислено говори, че щемпелът е изработен от мед, а не от бронз, като наличието на арсен определено може да бъде свързано с високото съдържание на този елемент в медните руди. Отново бе установено, че различията в металната сплав идват от макрокомпонентите. т.е. използвани са различни рецепти за получаването на сплавта и най-вероятно образците са били изработени на различни места. Установените типове сплави са както следва - калаен бронз, калаен бронз с олово, калаен бронз с добавка на цинк, калаен бронз с добавка на олово и цинк, оловен бронз и мед.

7.4.2 Северозападна България

При направеното кластериране, разпределението на пробите по всички елементи е идентично с оформените кластери по микро- елементи. Това е обяснимо, доколкото съдържанието на макроелементите е много сходно за почти всички анализирани находки, т.е. пробите се различават помежду си главно по микрокомпонентния си състав. Преобладаващата част от пробите попадат в един голям кластер. Това означава, че за изработката на изделията вероятно е използвана сплав с близък състав и най-вероятно металът е бил получаван от едно и също рудно тяло (Плакалница?). Извън тази група остават пет проби, всички те от фибули, принадлежащи към тип В II. Това би могло да е свидетелство за това, че те са били изработени от сплав, получавана от една и съща руда. Силно се открояват, като по микро-, така и по макро-състав, една от изследваните очилати фибули и тази с формата на двоен диск. Доколкото в състава на бронзовата им сплав, може да се открият редица сходства в съдържанието на някои елементи (напр. сребро), по-високи от средните за групата на анализирани образци от Врачанско, може да се допусне друг произход на рудата и за двата образца, както и различен начин на изработване. Разделението на находките, според вида на сплавта, от която са изработени, позволи да се обособят следните четири кластера: находки, изработени от калаен бронз, находки, изработени от калаен бронз с добавка на арсен, находки, изработени от калаен бронз с добавка на арсен и цинк и такива, изработени от месинг. Трябва да се отбележи, че пробите, в които е измерено високо съдържание на цинк в сплавта са заведени във фонда на Врачанският музей като фрагменти от фибули, принадлежащи към Късножелязната епоха. За съжаление силно фрагментираното им състояние, както и фактът, че са намерени извън своя археологически контекст, не позволява да бъдат датирани точно. Въпреки това резултатът все пак е указание за това, че може да се допусне, че находки, изработени от месинг се откриват по нашите земи във време, преди, приетото за начало на масовото му използване, започнало през Римската епоха. Бе проведен и вариационен анализ, целящ да установи наличието на сходство/ различие в находките от различен тип. Достатъчно големите групи се оказаха две – двуспиралните и очилати фибули. Резултатите от сравняването им потвърждават различието в състава на тези изделия и по-точно, по- високо съдържание на олово и никел при очилатите фибули.

7.4.3 Югозападна България

Извършеното кластериране на находките от този регион доведе до много сходното им групиране в дендрограмите по всички елементи и в тази, по микроелементи, като бяха регистрирани само някои малки размествания в установените кластери. Бе установено, че находките се групират на регионален принцип. Трябва да се има в предвид обаче фактът, че така изготвен, статистическият анализ, обединява находки, принадлежащи към различни фази на Желязната епоха – изделията от Благоевградския музей са отнесени към ранните й фази, а основната част от екземплярите от Пернишкия музей – към Късножелязната епоха. Основание, за провеждането на този анализ, бе желанието да бъде проверено дали може да бъде открита някаква взаимовръзка между различните по време, но произхождащи от един регион изделия. Установени бяха следните, използвани от древните майстори, сплави: - калаен бронз, калаен бронз с олово, калаен бронз с добавка на арсен, калаен бронз с добавка на олово и цинк, оловен бронз и месинг. Пернишките находки се характеризират с по-ниско съдържание на калай и арсен и повече на олово спрямо Благоевградските. Дендрограмата, базирана на микрокомпонентният състав на находките показва, че макар и сходна, рудата и технологията, използвани за изработката на изделията от Пернишко и съответно Благоевградско, все пак е различна. От една страна, причина за това може да е използването на две различни руди, които обаче да са с близък химичен състав. От друга страна, не трябва да се пренебрегва и възможността находището да е едно и също, но разликите да се дължат на времевото отстояние на изделията едно от друго. Последното твърдение е възможно, защото добиваната руда от един и същ източник е различна по своя състав както на различните дълбочини, така и в различните точки на находището (Gale et al. 2003, 127). Предположение за рудния източник обаче не могат да бъдат потвърдени или отхвърлени въз основа на определяне само на химичния

състав на находките. Установено бе, че анализираниите шарнирни фибули се разграничават, както от изследваните находки от Благоевградско, така и от останалите находки от Пернишко. Прави впечатление и това, че, с малки изключения, те попадат в едни и същи групи и по микро-, съответно и по всички елементи. По подобен начин се обособяват и едноспиралните фибули. Основните разлики между въпросните два типа изделия са на ниво микрокомпоненти (As, Co). Това бе потвърдено и от проведеня мултивариационен анализ, целящ да бъде съпоставен химичният състав на описаните два типа фибули.

7.5 Анализ на находките по тип, независимо от района

Освен вече констатираното сходство в инструментите, бяха потърсени и други закономерности при останалите находки. За целта бяха сравнени находките от един тип, открити на различни места в изследваните региони, и които са в достатъчно количество, необходимо за смислен статистически анализ. Единствено очилатите, едно- и двуспиралните фибули отговарят на този критерий. Всички те са находки, датирани в Ранножелязната епоха. Невъзможността да бъде събрана представителна извадка от находки за останалите типове фибули не позволи да бъде проведено такова съпоставяне.

7.5.1 Очилати фибули

Проведения мултивариационен анализ на находките (Североизточна – 18 бр. и Северозападна България – 5 бр.) показва сходството им по микроелементи и различно съдържание на калай (При един такъв извод обаче задължително трябва да се вземе в предвид малкия брой находки и отчетената голяма вариация при този елемент). Трябва да се отчете факта, че всички находки от района на с. Подайва са силно фрагментирани, което затруднява точната им датировка и сигурното определяне на типа. Проведеното кластериране на находките подкрепят установеното при ANOVA анализа. Дендрограмата по микроелементи на бронзовата сплав показва ясно, че голяма част от образците попадат в един голям кластер. Установените кластери по макроелементи потвърдиха и разликата в съдържанието на калай в бронзовата сплав на фибулите от Североизточна и Северозападна България. Групирането на пробите според типа на използваната за направата им сплав показва, че най-много изделия са изработени от калаен бронз. Установените сред тях подгрупи са изградени на териториален принцип, като това разделение е продиктувано от обсъдената вече, разлика в количеството на калай в бронзовата сплав. Така, в едната подгрупа попадат находките от с. Подайва, Разградско, а в другата - тези от Врачанско.

7.5.2. Едноспирални фибули

Проведеният мултивариационен анализ на находките от типа (Североизточна – 13 бр. и Югозападна България – 11 бр.) показва относително сходен състав по изследваните микро- и макроелементи. Макар и да не се отчитат съществени различия в състава, допълнително изготвеният кластерен анализ на изделията в значителна степен обогатява статистическите данни. Кластерирането на пробите по микроелементи доведе до ясно обособяване на група от благоевградски находки, в която попадат по-голяма част от анализираниите изделия от фонда на този музей. Доколкото въпросните находки могат да се приемат за синхронни, такъв един резултат би могъл да се тълкува и като използването на един и същ руден източник на метала, а също така и на сходна технология за извличане на метала от рудата. Както бе казано и по-горе в текста обаче, подобни заключения биха могли да бъдат правени едва след определяне на оловните изотопни отношения и сравняването им с изотопните отношения, очертаващи рудното тяло. От друга страна, далеч по-разнообразният химичен състав на находките от североизточната част на страната, показва използването на разнообразни по своя произход метали, което намира своето обяснение в липсата на рудни находища в тази част на страната и доставката на необходимите метали по пътя на обмен и търговия. По отношение на макросъстава пробите от фибули, определени като принадлежащи към тип А II 3 γ от Благоевградския музей, се разделят в две хомогенни групи. Този резултат, както и фактът, че и при кластерирането по всички анализирани елементи, въпросните проби отново се групират заедно, могат да се използват като довод че последните са изработени в едно ателие, вероятно в кратък времеви отрязък. Изделията от Североизточна България попадат в различни кластери като единствено си заслужава да се отбележи оформянето на относително хомогенен кластер с находки от с. Подайва. Установените типове сплави са както следва: калаен бронз, калаен бронз с добавка на арсен и арсенов бронз.

7.5.3 Двуспирални фибули

Проведеното клъстериране на изследваните находки (Североизточна – 23 бр. и Северозападна България – 18 бр;) по микроелементен състав показва относително обособяване на находките от Враца в една голяма група. В нея освен тях попадат и няколко проби от Североизточна България. Като цяло обаче, последните са с много разнообразен микросъстав, което може да бъде обяснено с различния произход на използваните руди. Изготвената дендрограма по макрокомпоненти показва, че не може да се говори за някакво по-съществено групиране на тези изделия. Трябва да бъде отбелязано голямото сходство на двете анализирани проби от Сборяново, както по микро-, така и по макрокомпоненти. Това означава, че би могло да се приеме изработката на двете изделия да е дело на едно ателие, като за целта е използвана руда от един източник. Единственото друго, по-съществено групиране на изделия от Североизточна България трябва да се свърже с пробите, принадлежащи на фибули от тип В I 2 _в, които произхождат от населени места, разположени близко едно до друго. В резултат на това сходство във химичният им състав може да се допусне изработката им в едно ателие, вероятно ситуирано някъде в региона (Одесос?, разположен в непосредствена близост). Изготвените дендрограми отново ясно показват открояващата се група на врачанските изделия. Друго, по съществено, групиране е на лице при няколко проби, произхождащи от отстоящи близко, едно до друго, населени места в Шуменско. Макар и да са от различни, като вариант, двуспирални фибули, те са синхронни и може да се допусне, че са изработени в едно ателие от руда със сходен състав (един източник?). Използваните от древните майстори типове сплави са: калаен бронз, калаен бронз с добавка на олово, калаен бронз с добавка на арсен, калаен бронз с добавка на олово и цинк и арсенов бронз. За изделията, принадлежащи към първата група е характерно относително ниско съдържание на олово (средната му стойност е под 1 %), което означава, че то е попаднало в сплавта като замърсяване на медта. Тук са включени и значителна част от този тип находки от Врачанско, които се отличават с по-високо, спрямо другите участници в групата, съдържание на калай. Това би могло да се разглежда като нарочно търсен ефект, белег за използваната технология на производство на изделието.

7.5.4 Тракийски тип

Всички проби от тракийски тип фибули, с изключение на две, са взети от находки, произхождащи от Североизточна България. Изготвената дендрограма, базирана на макроелементите на медната сплав, не показва групиране на пробите според местонамирането им. Находките попадат в няколко големи кластера, в които са включени изделия както от Варненско, така и от Шуменско. По-голямата част от пробите от шуменските находки формират един голям кластер, като останалите проби от този регион, оставащи извън него, са неравномерно разпръснати. Установени са и няколко малки групички, включващи, както изделия с предполагаем произход от Шуменско, така и единични находки от Варненско и Сборяново, Исперихско. Този резултат би могъл частично да се използва като довод в подкрепа на твърдението, че селищните центрове на двете места (Сборяново и Шуменско – Драгоево например?) са ползвали руда от един източник, което както вече бе коментирано, не може да бъде установено само на базата на химичния състав. Повечето от Варненските находки ясно се групират в три големи кластера. Всеки от тях, без изключение съдържа единствено находки от Варненско. Първият от тях се характеризира с количества на антимон, при почти всички проби, под откриваемия минимум. Вторият се характеризира с относително по-ниски количества на всички микро елементи с изключение на антимона, който при всички изделия от групата се движи около 0,5 %. Третият се отличава с по-високи количества на арсен. Трябва да се отбележи и групирането на три проби от находки, произхождащи от с. Кичево, както по микро-, така и по макрокомпонентен състав. Голямото сходство в измерените концентрации позволява да се предположи, че въпросните изделия са изработени синхронно, при използване на една технология и вероятно рудата е добивана от едно рудно тяло. Останалите две находки от същото селище се характеризират с различни нива, както на микро-, така и на макрокомпоненти и за тях не могат да бъдат направени никакви определени заключения. Групирането на находките според вида на използваната сплав отново показва, че най-голяма на групата на изделията, изработени от калаен бронз. Като цяло всички те са с относително високо съдържание на мед в сплавта (средно - 86, 6%) и сравнително ниско на арсен (средно - 2, 13%). Количеството на оловото също е сравнително ниско (средно - 1, 4%), което, от своя страна, вероятно е съзнателно търсен ефект, имайки в предвид начина на изработка на този вид фибули – коване. Останалите установени видове сплав са: калаен бронз с добавка на олово и арсен, калаен бронз с добавка на арсен, калаен бронз с добавка на олово, оловен бронз и месинг.

7.5.5 Латенски фибули

Проведен бе кластерен анализ на всички латенски фибули независимо от мястото на тяхното откриване. В изготвените дендрограми въз основа на всички анализирани елементи от една страна, и само на микро-елементите от друга, находките попадат в много разнообразни кластери и не се получава групиране по място и фаза на Латенския период. При оформените кластери по всички елементи трябва да се отбележи групирането и на четирите латенски фибули от фонда на Врачанския музей. Като се има предвид, че са синхронни и имат много близък химичен състав, би могло да се предположи, че са произведени по сходна технология. Ясно отделени, на две групи, са и находките от фонда на Пернишкия музей. В едната група попадат две проби, изработени от месинг, които са със съдържание на цинк - 15,85% и 21,10%. В състава на сплавта на първата проба е измерено и високо съдържание на олово – 10,93%. Този състав на сплавта би могъл да бъде отнесен към известния „червен месинг”, който се използва успешно за имитации на злато. Такъв един резултат е показателен за оценка на известни естетически търсения от древните майстори и съответно от потребителите на изработваните обекти. Оформените кластери според макро- и микрокомпонентите на медната сплав са изключително разнородни, както по отношение на вида на включените в тях латенски фибули (съответно и по отношение на фазите на периода), така и по отношение на местонамирането им. Това идва да покаже, че не може да се установи никаква производствена традиция, свързана с изработката на даден вид изделие от този тип. Установените типове сплави са: калаен бронз, калаен бронз с добавка на олово, калаен бронз с добавка на арсен, арсенов бронз с добавка на олово и месинг. В първата група изделия е установено вътрешно разделение на находките, според съдържанието на калай. Така например при пробите от Пернишко калаята в бронзовата сплав е със средно съдържание 1,22 %, при тези от Врачанско - 8, 44%, а при находките от Североизточната България - 4, 99%. Това е свидетелство за различната технология на изработката на изделията.

7.5.6 „Други”

При проведеното кластериране на пробите в зависимост от техният микро- и макро-състав бяха установени следните по-значими групираня на пробите. От една страна са три находки, които представляват проби от пандантив и от две заготовки за фибули. Макар, че едната находка е с неизвестно местонамиране, някъде от Шуменско, сходният състав на трите проби е твърде показателен. Странното в случая е, че втората проба от същият пандантив е със съвсем различен състав, както по микро-, така и по макрокомпоненти. Това разминаване в измерените концентрации вероятно може да се обясни с попадане на частици от външния, окислен слой на пандантива сред материала взет за проба. Трябва да бъде отбелязана и групата на анализирани три халки от Шуменско, чието сходство е толкова голямо, че може да се предположи изработката им в едно и също ателие, от една и съща руда, по еднаква технология и вероятно непосредствено една след друга, т.е. от една и съща стопилка. Оформена е още една група от проби, взети от находки, произхождащи от тракийския селищен център при Сборяново. Сходството предполага еднакъв произход на използваната руда. а различията между тях, що се касае до макросъстава им, се дължат вероятно на различното им функционално предназначение. Дендрограмата по макроелементи показва ясно групиране на анализирани проби от Сборяново. Те оформят три големи групи. Разглеждайки разнообразието на типовете на попадащите в тях изделия, обаче става видно, че не може да се изведе никаква рецепта за оформяне на бронзовата сплав, съобразена с вида на изделието. Тъй като в групата „Други” попадат проби от много различни по предназначение изделия, съвсем естествено е да са разнообразна и използваните от майсторите типове сплави: калаен бронз, калаен бронз с добавка на олово, калаен бронз с добавка на олово и арсен, калаен бронз с добавка на арсен и цинк, оловен бронз, месинг и мед.

8. Съпоставка на аналитичните данни с данни от други изследвания и коментар на резултатите

В настоящата глава е направен един критичен поглед върху публикуваните до момента, от различни автори, резултати от проведените анализи на подобни находки, някои от които, анализирани и в настоящето изследване. Трябва да се отчете сериозното разминаване в установеното, при различните анализи, количествено съдържание на отделните елементи. Това обаче не бива да изненадва, тъй като принципите на пробоподготовка и пробовземане при различните методи на анализ са напълно различни.

През 1955 г. Ат. Милчев публикува анализите на няколко бронзови артефакта от Ранножелязната епоха: еленчето от Севлиево (IX-VIII в. пр. Хр.), брадвите от с. Семерджиево и с. Стол (XI-X в. пр. Хр.) и три култови брадвички (VIII – VII в. пр. Хр.) - едната от неизвестно местонамиране, другата от Тетевен и третата от с. Карлуково (Милчев 1955). Авторът на посочва използваният метод, с помощта на който са проведени химичните анализи. Установено е високо съдържание на калай в две от находките, което според Милчев е типично за ранните изделия. Бронзови находки с подобно съдържание на калай са известни от различни обекти в Югоизточните Алпи (Giunlia-Mair 2005, 279-280, fig. 4). Подобно съдържание на калай е установено и при повечето от анализираниите от Корневски фибули от некропола при с. Тли в Кавказ (Корневский 1981, 149 – рис.1 и Приложение), както и при няколко находки от Гърция (Davies 1934/1935, 132). Високо съдържание на калай се среща и сред единични ранни находки от Скития, но както показват проведените през 80^{-те} години спектрални анализи там, съдържания на калай от такъв порядък се срещат най-вече в комплекси, датирани след VII в. пр. Хр. (Барцева 1981, 97-123). Интересни са и резултатите от анализа на редица находки от могила „ММ” от некропола на Гордион, датирана в VIII в. пр. Хр. (Young 1981, 287, 290). Макар и да става въпрос за съдове, трябва да бъдат отбелязани установените високи концентрации на калай (до 25, 5 %) в бронзовата сплав при някои от изделията. Изследваните, в настоящата работа изделия, в бронзовата сплав на които е открито такова високо съдържание на калай са общо 21 на брой. Повече от половината от тях са датирани в Ранножелязната епоха, като с изключение на три проби, всички останали са от двуспирални фибули. В по-голямата си част тези ранни находки произхождат от Северозападна България. При тях обаче е установено и значително количество арсен, което ако го имаше в сплавта на някое от анализираниите от Милчев находки, едва ли щеше да остане незабелязано. Отчетените корелации между съдържанието на олово – арсен и антимонон – арсен в пробите от Северозападна България, навеждат на идеята, че поне частично арсенът вероятно е бил внасян във бронзовата сплав чрез сулфидни руди, които не са били пържени за отстраняване на сярата и превръщане на сулфидите в оксиди. В подкрепа на тази идея са и установеното, относително високо, съдържание на желязо и никел, което също така показва, че са били използвани руди по-бедни на съдържание на мед и процесът на извличане на метала е ставал при силно редукиращи условия. Като възможен източник на рудата, използвана за направата на тези изделия е посочено находището Плакалница (Bonev et al. 2010). Представените от А. Милчев данни за химичния състав на култовата брадвичка от разположеното в същия географски регион, с. Карлуково са в пълен синхрон с резултатите от анализа на фибулите от Северозападна България. Това, с известни резерви поради липсата на по-изчерпателна информация относно състава на бронза, позволява като възможен източник на суровината за направата му да бъде посочена мина Плакалница.

По-различни са данните от проведените анализи на накити от с. Дебнево(Милчев 1958; Milčev, 1958). Използваният метод и тук е с висока долна граница на определяне и са регистрирани само основните, изграждащи сплавта елементи. Анализираниите от Милчев фибули принадлежат към двуспиралните. Проведените анализи на този тип фибули, в настоящата работа, показаха едно далеч по-ниско съдържание на калай, от установените от Милчев нива, в повече от половината такива изделия. Единствено някои от находките от Врачанско са доста близки с посоченото от Ат. Милчев. Това сходство би могло да се дължи на използването на едно и също рудно находище, но без количественото съдържание на останалите елементи, изграждащи сплавта и особено на изотопните отношения на оловото, не е възможно да се даде еднозначен отговор.

Инструментите, които са били подложени на анализ са публикувани в няколко статии на Г. Атанасов (Атанасов 2003; 2004; 2005). Към тях трябва да се прибави и публикуваният от Василев печат (Василев 1978б). В настоящата работа 9 бр., от публикуваните, от двамата автори, 11 бр. инструменти са подложени на повторен анализ. Данните показаха голямо разминаване, както по отношение на установеното количество олово, така и по отношение на нивата на цинк в медната сплав. Сравнявайки резултатите от настоящия анализ на инструментите от Шуменско, с установения химичен състав на анализираниите оръдия на труда и накити от IV в. пр. Хр. от античния обект при с. Березан (Ольговский 1980, 197 – рис. 4), може да се заключи, че като сплав бронза от двете локализации е много подобен. Разликата се дължи на съдържанието на олово, което при от находките от скитското селище е значително по-ниско в сравнение с анализираниите инструменти от Шуменския музей.

Проведените и публикувани през 2007 г. от И. Илиев анализи, представят химичния състав на 20 бр. инструменти, за съжаление отново без археологически контекст, от фонда на РИМ Враца (Iliev et al. 2007). Сред представените в настоящата дисертационна работа анализи, са налице данни за химичния състав на цяла група подобни изделия (от фонда на Шуменския музей). Въз основа на

това бяха потърсени прилики/ разлики в установените концентрации на основните елементи, изграждащи бронзовата сплав. От друга страна, в своето изследване, Илиев е включил и две латенски фибули. Това бе повод, резултатите му да бъдат сравнени също така като цяло: първо, с установеното съдържание на редица фибули от Северозападна България и второ – в частност, само с късножелезните фибули от горепосоченият регион. Бе установено, че като цяло инструментите от Врачанския музей, са много по-сходни по състав на бронза с тези от Шуменския музей и се различават значително от анализираният накит от автора на настоящия труд. Такъв резултат не е изненадващ, имайки предвид различното функционално предназначение на двата вида предмети. Правейки паралел между установените концентрации на елементите в сплавта на групите от инструменти, може да се каже, че те основно се различават по значително по-високото съдържание на олово и по-ниското на цинк в Шуменските. Като цяло по отношение на калая изделията са доста сходни. При сравнението на врачанските инструменти със фибулите, произхождащи от същия регион обаче разликите са много повече. На първо място не може да не се отбележи в пъти по-високата концентрация на арсен и по-ниското съдържание на олово в тях. Този резултат показва, че сплавта вероятно е била приготвяна в зависимост от предметите, които ще бъдат изработени от нея. Може да се предположи, че по-високото съдържание на арсен е следствие от желанието на майсторите да изработят предмети с по-светъл цвят, които до голяма степен да наподобят този на среброто. Същевременно при изработката на инструментите до голяма степен желанието е те да притежават необходимата твърдост и здравина, без цветът и видът им да са от особено значение. Различията обхващат и другите компоненти на сплавта. Докато за инструментите от Враца е използван предимно рециклиран метал, с различен произход, като източник на метала за фибулите от същия регион е предположено находището Плакалница.

Публикуваните, през 2005 г. резултати, от анализа на 12 проби от тракийското селище при Сборяново, включват различни по вид находки (Стоянов 2005, 209-210). Самият анализ е извършен със сканиращ електронен микроскоп, като за съжаление не е посочен начинът на пробоподготовката и самият акт на пробовземането. Прави впечатление обаче установеното високо съдържание на мед в изделията (Стоянов 2005, 223 – табл. 1), което се различава много от резултатите от анализираният в настоящата работа находки от същия обект. Трябва да се направи уточнението, че четири от анализираният в статията на Т. Стоянов находки, бяха подложени на изследване и в настоящата работа. Резултатите от проведения за целите на дисертацията анализ показва несъвпадение на съдържанието на основните елементи и при тях. Основните разминавания, и то в пъти, са свързани с установените количества на калай и олово. По отношение на първия елемент новите анализи показваха много по-ниско съдържание, докато измереното олово е в пъти повече.

Сравнението на резултатите от проведения, за целта на настоящата работа, химичен анализ на върховете за стрели показва също отлики от състава на синхронни находки, известни от териториите обитавани от скитските племена (Барцева 1981, 36 – рис. 15, 97-122 – табл. I). Находките от Тракия се отличават с по-високо съдържание на олово, цинк и особено арсен спрямо скитските.

Проведения сравнителен анализ на данните, получени при настоящето изследване на сравнително голям брой находки, показва известна специфичност на използвания по българските земи в периода на Желязната епоха състав на бронза в сравнение с бронза, разпространен в района на Скития или на Алпите. Това е свидетелство, че местните майстори са използвали бронз, различен по състав от този в съседните страни. Именно тези установени разлики в състава на местната медна сплав позволяват неговото откриване и идентифициране в находки, произхода на които се свързва с търговски обмен. От казаното до тук още по-ясно се откроява необходимостта от многобройни анализи на различни, по вид и дата, археологически находки, което да способства за изграждане на един пълен химичен профил на металните находки от територията на днешна България.

9. Заключение

Представените в настоящия дисертационен труд проучвания, са резултат от научната работа на автора, проведена в Историческия и Химическия факултети на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“. Те представляват едно, изцяло интердисциплинарно по своя характер, археометрично изследване на метални находки от Желязната епоха, изработени от мед и медни сплави. Времевият диапазон на работата обхваща периода на цялата Желязна епоха. Подборът на изследваните находки позволи, на базата на функционалното предназначение на изделията, да бъдат обособени три основни групи: Фибули, Инструменти и „Други“.

Към *групата на фибулите*, се отнасят находки от почти всички типове фибули, характерни за Ранно- и Късножелязната епоха. Всяка една от анализираният фибули бе отнесена към един или друг тип според класификацията на Д. Гергова за ранножелезните фибули, а за типовете фибули,

отнасяни принадлежащи на късножелязната епоха, бе използвана класификацията на М. Домарадски.

В *групата на инструментите* попадат всички анализирани находки-инструменти от фонда на ИМ Шумен. Всички те са отнесени към Късножелязната епоха. За съжаление, без изключение, те са без ясен археологически контекст, което затруднява прецизирането на хронологията им. При описанието за всеки един изследван образец са взети предвид сведенията, с които българската наука разполага, относно хронологията на вероятните селища, от където е обявено, че произхождат анализирани образци. Въпреки затрудненията, които представляваше създаването на описание на такива находки, тези изделия бяха включени в настоящото изследване, водени от желанието да бъдат съпоставени аналитичните данни с резултатите на вече публикуваното подобно изследване на инструменти от района на Северозападна България.

Към *групата „Други“* попадат изделия, определянето на абсолютната хронология и типология на които е затруднено, поради лошата степен на запазеност, както и такива, с различно от горните две групи, функционално предназначение (стрели, слитъци, шлака и др.). Включването на тази група находки в изследването бе породено от желанието, установеният им химичен състав да бъде съпоставян с аналитичните данни за пробите от другите две основни групи от находки.

С помощта на специално разработената програма от колегите химици в Химическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“ за ICP-AES (атомноемисионен спектрален анализ с индуктивно свързана плазма) бяха анализирани 334 проби, взети от фибули (248 броя), инструменти (51 броя) и други (35 броя), предоставени ни с разбиране от ръководствата на някои от музеите в градовете Перник и Благоевград, (Югозападна България – 31 броя), Шумен, Исперих и Варна (Североизточна България 271 броя) и Враца (Северозападна България 32 броя). В анализираниите проби беше определено съдържанието на 10 химични елемента: мед (Cu); цинк (Zn); калай (Sn); олово (Pb); арсен (As); сребро (Ag); кобалт (Co); никел (Ni); желязо (Fe) и антимон (Sb). Следователно чрез анализа на археологическите проби и стандартен материал (SRM-BAM-228), за оценка на верността на анализа, бяха направени общо около 3500 елементоопределения.

Използвайки пакетът от програми SPSS, получените аналитични данни, бяха подложени на статистическа обработка – кластерен анализ и ANOVA, чрез което анализираниите находки бяха групирани въз основа на приликата в химичния си състав, както и определено съществуването на статистически значима корелация между определени химични елементи. Част от дендрограмите от проведения кластерен анализ са представени в текста, а останалите са събрани в Приложението.

Като резултат от тази обработка на аналитичните данни бяха получени следните по-важни резултати:

1. Определен бе видът на медната сплав, от която са изработени изследваните находки, като всеки тип изделие е охарактеризиран с химичен състав – средна стойност, стандартно отклонение и относително стандартно отклонение. Основната част от всички анализирани находки са изработени от калаен бронз (98 %).
2. Трябва да се обърне внимание на високото процентно съдържание на калай в бронзовата сплав на много от ранножелязните фибули. При 42 бр. (12 %) то е над 6%! По-голямата част от тези фибули принадлежат към групата на двуспиралните фибули и произхождат главно от Северозападна България. Съдържание на калай в рамките на 5-6 % би могло да се приеме, че е резултат от претопяване на стари бронзови изделия с високо съдържание на този елемент в сплавта си. Регистрираните количества на калай над 8% при 23 от анализираниите образци (има и образци, при които то надвишава 11% и достига да 14 % !), обаче, говорят ясно за съзнателното му въвеждане, в такова количество, в металната сплав. Това не може да не доведе до естественият въпрос относно начините, по които местните металообработващи работилници са се снабдявали с този метал и то в условията на една мащабна криза в доставките му, засегнала не само тракийските земи, но и всички съседни райони. За да може, поне частично, обаче да се даде някакъв по-ясен отговор на този факт са необходими редица, допълнителни изследвания, които излизат извън обсега на настоящия труд.
3. Малка част от изследваните находки – 6 броя или 2 % от всички анализирани образца, са изработени от месинг. Всички те са проби от Късножелязни фибули, което още веднъж потвърждава употребата, макар и в ограничено количество, на тази сплав по българските

- земи във време, преди традиционно приетото, както и затвърждава мнението, че древните майстори са търсели и естетически ефект – месингът по цвят наподобява злато.
4. Не се забелязват статистически значими разлики в химичния профил на очилатите фибули в зависимост от варианта на този тип изделия.
 5. Проведения, за целта на настоящата работа, химичен анализ на върховете за стрели показва също отлики от състава на синхронни находки, известни от териториите обитавани от скитските племена.
 6. В следствия на проведения сравнителен анализ на данните, получени при настоящето изследване на сравнително голям брой находки, позволи да се установи известна специфичност на използвания по българските земи в периода на Желязната епоха състав на бронза в сравнение с бронза, разпространен в района на Скития или на Алпите. Това би могло да е свидетелство, че местните майстори са използвали бронз, различен по състав от този в съседните страни. Необходимо е обаче, да бъдат анализирани още много артефакти от въпросните територии.
 7. Концентрацията на съдържанието на мед в бронзовите находки възлиза средно на 85-90 %, а това на калай – за Северозападна България е в рамките на 8-9 %; за Североизточна България 5-6 %, докато, поради малкия брой находки, изследвани от района на Югозападна България, той е трудно да бъде определен.
 8. Регистрираната, в настоящето изследване, средна концентрация на сребро в анализирани находки, е по-висока, в сравнение с установените такива на бронзови артефакти от други части на Европа и Азия. Това навежда на мисълта за евентуален местен произход на използваните суровини, от които е получен метала или някои от използваните за приготвянето му суровини. За да може това твърдение да бъде прието или отхвърлено е необходимо да бъдат проведени допълнителни изследвания, което би могло да бъде обект на следващи проучвания.
 9. Като резултат от анализа беше установено най-общо, че находките, които хронологически се отнасят към Късножелязната епоха, се характеризират с по-високо съдържание на цинк и олово и по-ниско на калай и арсен.
 10. Основните разлики по отношение на съдържанието на кобалт и никел касаят Североизточна България, докато данните за останалите два региона са сходни и времето на производство не е фактор. Отчетената, при анализа на находките от Северозападна България, корелация между тези два елемента, говори, че е възможно рудата, използвана за направата на въпросните изделия, да е обща! Изказаното твърдение, до провеждането на нови анализи, които да допълнят сегашните резултати, е само хипотетично.
 11. Установено е известно повишено съдържание на никел и кобалт в бронзовата сплав на очилатите спрямо двуспиралните фибули от Северозападна България. Голямата прилика в състава на сплавта обаче позволява да се предположи, че металът е бил извлечан от едно и също рудно тяло. Възможно предположение за мястото на произход на рудата би могла да бъде мина Плакалница.
 12. Химичният профил на изделията от района на Североизточна България позволява ясно да се разграничат две групи – инструменти и фибули. Такова едно разделение е очаквано от гледна точка на различните функции, които изпълняват двата вида археологически находки.
 13. Съдържанието на калай при латенските фибули е понижено. Въпреки това, бе установено, че по-голямата част от всички анализирани в настоящата работа латенски фибули (35 бр. или 10%), се отличават с по-високо от 5 % съдържание на калай в бронзовата сплав. Това се разминава с установеното от Giunlia-Mair по-ниско съдържание на този елемент в подобните находки от различни обекти в Алпите.
 14. Заслужава да се отбележи, че 13 от проучените инструменти или 27 % от всички изследвани находки, са класифицирани като изработени от калаен бронз с добавка от олово. Подобни са и резултатите от анализа на находките от групата „Други“. Трябва да се отбележи и наличието на 17 броя фибули (9 %) от Североизточна България, изработени от калаен бронз с добавка на арсен.

Настоящото изследване показва, че не е възможно да бъде осъществено класифициране на фибулите въз основа на приликата, респективно на разликата в химическия състав на бронза, използван за тяхната изработка, т.е. не се наблюдава никаква корелация между вида на фибулите и състава на бронза. Този основен резултат води до заключението, че за производството на нито един от анализирани до момента типове фибули от територията на древна Тракия, попадащи в съвременните граници на България, **не може** да се приеме да е бил използван бронз с определен химичен състав.

Същевременно настоящата работа показва, че с помощта на предлагания вид изследване – определяне на химичния профил на археологически находки, изработени от различни видове медни сплави – може да се събере достатъчно информация, която от една страна да помогне за разкриване на технологията на сплавяне на металите и тяхната обработка до получаване на изделия и от друга, да насочи към локализиране на възможните рудни източници на метал, използвани в съответните райони, от които произхождат находките. За получаването на данни относно използваните източници на руда обаче е необходимо определянето на оловните изотопни отношения, което за съжаление не можа да бъде осъществено в рамките на предвидения от закона период за изработване на дисертацията. Причината е в недостатъчното финансиране, тъй като този вид изследвания не е възможно да бъдат проведени не само в България, но и в нито една страна от Балканския полуостров, тъй като липсва необходимата за това апаратура.

Наред с това, настоящата работа показва, необходимостта от продължаване на подобни изследвания, които да позволят да се добие цялостна представа за състоянието на бронзовата металургия през Желязната епоха. За целта трябва да бъде анализиран достатъчен брой проби и от други части на страната като задължително следва да бъдат подбрани определени видове находки – например върхове на стрели, на копия, огледала, шлемове, сърпове и т.н. Комплексът от аналитични методи също е необходимо да бъде разширен, като задължително трябва да бъде осъществено определяне на изотопните отношения на оловото, позволяващ, поне в повечето случаи, да се локализира източникът на медната руда. Всичко това би могло да позволи да бъде извлечена по-детайлна информация от аналитичните данни и би позволило едно задълбочаване на направените наблюдения. Необходимо е да бъде създадена единна база данни, в която да постъпват резултатите от всички анализирани, от територията на страната, метални образци. Всичко това би улеснило достъпа до наличните данни и би подпомогнало развитието на археометалургията като наука.

Цитирана литература

- Антонов, Д. 2007** Изделия от благороден метал в Северна Тракия – технологичен анализ и локализация на местни ателиета за производство, Враца, 2007.
- Атанасов, Г. 2003** Щемпели от колекцията на музея в Шумен. В: Пътят: Сборник научни статии посветени на живота и творчеството на д-р Георги Китов, София, 32-38.
- Атанасов, Г. 2004** Печати от колекцията на музея в Шумен V – II в.пр.Хр., ИИМШ, XII, 2004, 45 – 66.
- Атанасов, Г. 2005** Инструменти за производство на ювелирни изделия от фонда на РИМ Шумен, МИФ, 9, 2007, 123-135.
- Барцева Т. Б. 1981** Цветна металообработка скифского времени. Москва, 1981.
- Василев, В. 1978а** Химически проучвания в археологията, Интердисциплинарни проучвания, I, 1978, 45 – 48.
- Василев, В. 1978б** Тракийски бронзов печат от IV в.пр.н.е., Векове, 7, 1, 1978, 62 – 65.
- Василев, В. 1980б** Една група сребърни съдове от V в.пр.н.е. Принос към техниката на античната торветика, Изкуство, 8, 1980, 18 – 21.
- Василев, В. 1987** Находката от Рогозен – традиционни и нови елементи в тракийската торветика, Археология, 28, 3, 1987, 13 – 26.
- Гергова, Д. 1977** Развитие на фибулите в Тракия през старожелязната епоха, Векове, 1, 1977, 47-57.
- Дзанев, Г. 2006** За една от техниките на производство на „тракийския тип” фибули, Хелис, V, 2006, 387-423.
- Домарадски, М. 1997** “Тракийски” тип фибули, Анали, 1997, 1-4, 44-58.
- Домарадски, М. 2000** Фибули от късножелязната епоха в Тракия, Годишник на Департамент Археология - НБУ/АИМ, IV – V, 2000, 202 – 224.
- Дякович, Б. 1921/22** Халшатски и латенски фибули в археологическия музей при Народната библиотека в Пловдив, ИБАИ, I, 1921-22 (1924), с. 31-41.
- Илиев, И. 2006** Археометрични изследвания на метални находки от България с INAA, ED-XRF И ICP-MS (Дисертация). София.
- Кореневский, С.Н 1981** Химический состав бронзовых изделий из Тлийского могильника, СА, 3, 1981, 148 – 162.
- Милчев, Ат. 1955** Трако-кимерийски находки в българските земи. В: Сборник Гаврил Кацаров, част II, София, 1955, 359 – 373.
- Милчев, Ат. 1958** Към въпроса за най-древните фибули в българските земи. В: (Бешевлиев, В, Вл. Георгиев ред.) Изследвания в чест на акад. Д. Дечев. София, 1958, 415 - 444.
- Ольговский С.Я. 1980** Цветной металл с Березани, СА, 4, 1980, 190 – 201.
- Попов, Р. 1913** Единични находки от халшатската и бронзовата епоха, ИБАД, III, 1913, 291 – 300.
- Попов, Р. 1921/ 22** Некрополът при с. Байлово, Софийско, ИБАИ, I, 1, 1921/22, 68 – 85.
- Попов, Р. 1923/24** Предисторически изследвания във Врачанското поле, ИБАИ, II, 1923/24, 99-136.
- Стоянов, Т. 2005** Гетската столица в ИАР „Сборяново” – нови резултати, МИФ, 9, 2007, 203 – 227.
- Alexander, J. 1973** The history of the fibula. London, 1973.
- Bonev et al. 2010** = Bonev, V., I. Iliev, I. Kuleff, T. Stoyanov Chemical composition of fibulae from Iron age in Northwest Bulgaria, AB, XIV, 2, 2010, 11-22.
- Davies, O. 1934/1935** The Chemical Composition of Archaic Greek Bronze. In: The Annual of the British School at Athens, 35, 1934/1935, 131-137.

Gale et al. 2003 = Gale, N.H., Z. Stos-Gale, A. Raduncheva, I. Pnayatov, I. Ivanov, P. Lilov, T. Todorov Early Metallurgy in Bulgaria. In: P. Craddock and J. Lang (eds.) Mining and metal production through the ages, London, 2003, 123-171.

Gergova, D. 1980 Genesis and Development of the Metal Ornaments in the Tracian Lands During the Early Iron Age (11 th - 6 th century B.C.), *Stidia Praehistorica*, 3, 1980, 97 - 112.

Gergova, D. 1987 Früh- und alterzeitliche Fibeln in Bulgarien, PBF, XIV, 7, München, 1987.

Giumlia-Mair, A. 2005 Cooper and cooper alloys in the Southeastern Alps: an overview, *Archaeometry* 47, 2, 2005, 275-292.

Iliev et al. 2007 = Iliev, I., D. Antonov, I. Kuleff, E. Pernicka Chemical and lead isotope composition of 6th – 1st centuries BC bronze tools from North-western Bulgaria. In: Proc. Int. Archaeological Conf. The Lower Danube in Antiquity (VI c. BC – VI c. AD). Tutrakan, 6 – 7.10.2005, 2007, 7-23.

Milčev At. 1958 Mohyla pri obci Debnevo, Trojansko v Bulharsku, SA, VI, 1, 1958, 99 – 108.

Pleiner, R. 2000 Iron in Archaeology (The European Bloomery Smelters). Praha, 2000.

Popov, H. 2006 Eine ältereisenzeitliche Fibelgruppe aus Koprivlen (Südwestbulgarien) – Problemkreis und Interpretationsversuche, AB, X, 2, 2006, 9 – 36.

Vasić, R. 1999 Die Fibeln in Zentralbalkan (Vojvodina, Serbien, Kosovo und Makedonien), PBF, XIV. 12, 1999.

Venedikov, I. 1961 Paros und Chalkis in der Frühgeschichte Trakiens, *Klio*, 39, 1961, 29 - 44.

Young, R. 1981 Three Great Early Tumuli. Philadelphia, 1981.

Таблица 1. Сводна таблица на анализираните находки

Вид находка	Епоха	Тип	Вариант	Лабораторен №	Брой		
1. Фибули	1. Ранножелязна епоха	А	I 2	β	454.BLG, 455.BLG	2	
				γ	193.VRA	1	
			I 3	β	077.POD, 090.VAR, 097.SHU, 098.POD, 624.ARK, 626.DRG	6	
			II	-	627.MOG	1	
			II 3	β	094.POD, 100.RZG, 107.VAR, 623.LOV	4	
				γ	456.BLG, 457.BLG, 458.BLG, 462.BLG, 463.BLG, 464.BLG, 467.BLG, 468.BLG, 095.POD	9	
				η	460.BLG	1	
			III 3	α	078.POD	1	
		III 5	-	171.VRA	1		
		В	I 1	-	013. SBO, 014. SBO, 630.BRA	3	
				β	201.VRA	1	
			I 2	β	469.BLG, 067.POD	2	
				γ	101.ROG, 110.UNK, 187.VRA	3	
				δ	621.KLI, 622.RSH, 628.SHU, 629.SUV, 631.KAL, 453.BLG, 079.POD, 080.POD, 093.SHU, 103.NOV, 104.NOV, 106.KIC, 108.DOL, 109.VAR, 111.KAN, 168.VRA, 169.VRA	17	
			II 1	-	195.VRA	1	
				α	112.OBR,	1	
				β	625.JLD,	1	
				γ	196.VRA, 216.VRA	2	
				δ	099.SHU, 207.VRA	2	
				ε	214.VRA	1	
			II 2	-	092. RZG	1	
				β	224.VRA, 174.VRA, 172.VRA, 215.VRA, 236.VRA, 459.BLG	6	
				γ	170.VRA, 190.VRA	2	
				δ	173.VRA	1	
		С	1	α	086.POD, 087.POD, 088.POD	3	
				β	158.VRA, 159.VRA	2	
			1/2		068.POD, 069.POD, 070.POD, 071.POD, 072.POD, 073.POD, 074.POD, 075.POD, 076.POD, 081.POD, 082.POD, 083.POD, 084.POD, 085.POD, 089.POD	15	
			2		160.VRA, 161.VRA	2	
			3		162.VRA	1	
		Общо					93

Вид находка	Епоха	Тип	Вариант	Лабораторен №	Брой	
1. Фибули	2 . Късножелязна епоха	Тракийски тип				
		Тип I	-	609.UNK,	1	
			100	003. SBO, 646.UNK, 647.UNK, 658.UNK, 665.UNK, 668.UNK, 610.UNK, 611.UNK, 613.UNK, 632.KAN, 637.ROG, 639.DRG, 645.LVR, 002.KAN, 009.KAN, 014.KCH, 015.NVK, 027.OSN, 035.BOR, 061.DOL	20	
			150	058.ROG(?),	1	
		Тип II		021. SBO, 023. SBO, 659.UNK, 662.UNK, 606.UNK, 608.UNK, 617.UNK, 003.KAN, 019.ROG, 030.KAM, 040.KLI, 065.BOR	12	
		Тип III	Серия 3	194.VRA	1	
		Тип IV	Серия 1	651.UNK, 022.KCH, 023.KCH, 033.BOR, 038.BTK	5	
		Тип V	Серия 1	466.BLG , 650.UNK	2	
		Неопределени	-	001.KAN, 004.KAN,005.KAN, 006.KAN, 007.KAN,008.KAN, 010.NOV,011.NOV,012.NOV, 013.NOV,017.KCH,018.KCH, 020.KCH,021.KCH,024.KCH,0 25.KCH,026.OSN,028.KCH,029 .OSN,031.ROG,032.KAM034.K LI,036.BRN,037.OSN,039.BOR , 041.BRN, 042.ZVN,043.ORK, 044.DOL, 045.BOR,046.STR, 047.BLG, 048.ARK, 049.KLI, 050.VGL, 051.DOL,052.DOL, 053.SOK,054.NOV,055.NOV, 056.OSN, 057.SOK,059.KAL, 060.ZVO, 062.VAR,063.HRB, 064.BLG, 066.SOK,091.KAN, 605.UNK,607.UNK,612.UNK, 614.UNK,615.UNK,616.UNK, 633.SHU,634.NOV,635.BRA, 636.KCH, 638.BRA,640.BRA, 649.UNK, 653.UNK,654.UNK, 655.UNK,660.UNK,661.UNK, 664.UNK,666.UNK,667.UNK, 669.UNK, 671.UNK,	72	
		Общо				114
	2 . Късножелязна епоха	Латенски				
		LT B ₂		105.RZG, 123.VLD, 127.UNK, 128.NEB	4	
		LT B ₂ / C ₁		238.VRA, 656.UNK, 114. KAN, 117.SHU, 120.NEB, 121.NEN, 122.VGL, 124.KAN, 126.NEB, 130.RZG,	10	
		LT C		197.VRA, 198.VRA,	2	
		LT C ₁		393.SHU, 115.EZR,	2	
		LT C ₁ / C ₂		200.VRA	1	
		LT C ₂		430.PK	1	
		LT C ₂ / D		437.PK,	1	
		LT D		641.GRD, 642.GRD, 643.GRD, 644.GRD, 435.PK, 436.PK,	14	

				438.PK 113.UNK, 116.SHU, 118.RAD, 125.UNK, 129.NEB, 131.VAR, 132.RZG	
Общо					35
	2 . Късножелязна епоха	Шарнирни			
		Тип I		419.PK, 428.PK, 434.PK	3
		Тип II	Вариант а	422.PK и 423.PK	2
		Тип V	Вариант б	424.PK, 425.PK, 426.PK и 427.PK	4
Общо					9

Вид Находка	Епоха	Тип	Лабораторен №	Брой
2. Инструменти	2 . Късножелязна епоха	Щемпели	365.SHU, 366.SHU, 367.SHU, 368.SHU, 369.SHU, 370.SHU, 372.SHU, 374.SHU, 375.SHU, 376.SHU, 378.SHU, 379.SHU, 380.SHU, 382.SHU, 383.SHU, 396.SHU, 397.SHU, 398.SHU, 399.SHU, 400.SHU, 401.SHU, 402.SHU, 413.SHU, 414.SHU, 415.SHU, 417.SHU	26
		Матрици	381.SHU, 385.SHU, 386.SHU, 387.SHU, 388.SHU, 389.SHU, 412.SHU, 416.SHU	8
		Калъпи	371.SHU, 373.SHU, 377.SHU, 391.SHU, 392.SHU, 394.SHU, 395.SHU, 403.SHU, 404.SHU, 405.SHU, 406.SHU, 407.SHU, 409.SHU, 418.SHU	14
		Общо		
3. Други		Фибули	461.BLG, 465.BLG, 016.NOV, 102.VAR, 119.NOV, 004.SBO, 05.SBO, 015.SBO, 020.SBO, 199.VRA, 202.VRA, 209.VRA	12
		Гривни	024.SBO	1
		Халки	618.UNK , 619.UNK, 620.UNK	3
		Пандантиви	018.SBO, 019.SBO	2
		Шлак	002.SBO	1

		Слитък	022.SBO	1
		Стопилка	001.SBO	1
		Стрели	006.SBO, 008.SBO, 009.SBO, 010.SBO, 012.SBO, 408.SHU, 410.SHU, 411.SHU	8
		Заготовки	007.SBO, 011.SBO, 016.SBO, 017.SBO, 648.UNK, 657.UNK	6
Общо				35

Публикации на автора, свързани с темата на изследването:

1. **Bonev, V., I. Iliev, I. Kuleff, T. Stoyanov** Chemical composition of fibulae from Iron age in Northwest Bulgaria, *Archaeologia Bulgarica*, XIV, 2, 2010, 11-22.
2. **Bonev, V., B. Zlateva, I. Iliev, I. Kuleff** Punches, moulds and matrixes from North-eastern Bulgaria, an archeometallurgical study (под печат).
3. **Бонев, В., И. Кулев, Б. Златева – Рангелова** Археометалургично изследване на инструменти от Североизточна България (под печат).

Участие на автора в научни форуми/ конференции

1. **2007г.** 2nd International Conference Archaeometallurgy in Europe, Aquileia, Italy.
 - Bonev, V. “A chemical research on the production technology of fibulae from the Early Iron Age in Northwest Bulgaria” - доклад
2. **2008г.** 1st Balkan Symposium on Archaeometry, Ohrid, Republic of Macedonia.
 - Bonev, V, I. Iliev, I. Kuleff “Archaeometallurgical study of stamps, moulds and matrixes from the North-eastern parts of Bulgaria” - постер
3. **2009г.** 5th Black Sea basin conference on analytical chemistry, Fatsa-Ordu, Turkey.
 - Bonev, V., B. Zlateva, I. Iliev, I. Kuleff “Elemental Analysis of stamps, fibulae and matrixes from NE Bulgaria” - постер
4. **2010г.**
 - 38th International Symposium on Archaeometry, Tampa, Florida, USA.
 - Bonev, V., B. Zlateva-Rangelova, I. Kuleff “Chemical composition of bronze fibulae from ancient Thrace (Bulgaria)” - постер
 - Zlateva-Rangelova, B., V. Bonev, I. Iliev, I. Kuleff “Chemical composition of stamps, moulds and matrixes from NE Bulgaria” - постер
 - 2nd Balkan Symposium on Archaeometry, Istanbul, Turkey.
 - Bonev, V., B. Zlateva-Rangelova, I. Kuleff “An archaeometrical study on metal finds from the fund os Shumen History museum” - доклад
5. **2011г.** 3rd International Conference Archaeometallurgy in Europe, Bochum, Germany.
 - Bonev, V., B. Zlateva, I. Kuleff „Chemical composition of fibulae from the Iron Age in Thrace (Bulgaria)” - доклад