

ЕЛЕКТРОСНАБДЯВАНЕ НА ПОДЗЕМНИ РУДНИЦИ ЗА МЕХАНИЗИРАН ДОБИВ НА ВЪГЛИЩА

**Евтим Кърцелин
Румен Исталиянов**

Минно-геоложки университет
"Св. Иван Рилски"
София 1700, България
E. mail: rgi@mgu.bg

**Петър Петров
Сашко Василев**

Мини "Бобов дол" – АД,
гр. Бобов дол

**Людмил Тодоров
Николай Николов**

Минпроект – ЕАД,
гр. София

РЕЗЮМЕ

В доклада са обобщени резултати от многогодишния опит в развитието и експлоатацията на системата за електрооснабдяване на механизирани комплекси за подземен добив на въглища за условията на рудник "Бабино"-Мини "Бобов дол" – ЕАД, гр. Бобов дол

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременният рудник за подземен добив на полезни изкопаеми се характеризира с висока степен на механизация и автоматизация на технологичните процеси, големите инсталирани мощности, голямата концентрация на производствен персонал, висока стойност на капиталното строителство, и висока степен на риск. Още по висок е риска в подземните рудници за механизирани добив на въглища.

Рудник "Бабино" към Мини "Бобов дол" АД, гр. Бобов дол е един съвременен рудник където в продължение на повече от 30 години се извършва механизирани добив на въглища на дълбочина до 400 м.

За този период е натрупан значителен производствен опит и са проверени в реални условия много научни и проектни решения от различни направления на минната наука.

Един от основните фактори, които оказват решаващо значение за ритмичното, ефективното и безопасно протичане на производствения процес в рудник "Бабино" е системата за електрооснабдяване на всички консуматори по цялата технологична верига.

В доклада е представена информация за: съвременни постижения на минната наука и промишлеността за производство на електро-обзавеждане за съвременни високопроизводителни минни машини; представена е най-обща характеристика на електроконсуматорите в рудник "Бабино" и схемата за електрооснабдяване; приведени са данни за основното електрообзавеждане на механизирани фронт с комплекс "Кльокнер Бекорит", обобщени са основните направления за научното обслужване на Мини "Бобов дол" АД от катедра "Електрификация на минното производство". В заключение на доклада са определени

някои актуални задачи за по-нататъшно развитие на електрооснабдителната система на рудник "Бабино".

СЪВРЕМЕННИ ПОСТИЖЕНИЯ В ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО НА МЕХАНИЗИРАНИ КОМПЛЕКСИ ЗА ПОДЗЕМЕН ДОБИВ НА ВЪГЛИЩА

В Таблица 1 са представени техническите данни на използвани електродвигатели за задвижване на съвременни добивни въглищни комбайни произведени от световно известни фирми и показани на международна изложба през 2000 г.

От Таблица 1 се налагат следните изводи:

1. Използваните двигатели са за напрежение съответно 500, 1000, 1100, 3300, 5000, 6000 V.
2. Двигатели с мощност 300 kW се монтират на всеки от двата шнека на комбайн EDW-300LN (фирма производител на двигателите е "Сименс"- Германия) и двигатели с мощност 500 kW на всеки от двата шнека на комбайн EDW-450/1000 (фирма производител на двигателите е "Айкхоф"- Германия). С двигатели тип F-37 и мощност 300 kW са обзаведени добивните въглищни комбайни ЕСЕ (фирма "Бритиш Джефери-Даймонт" Великобритания). Английските комбайни от серията AM 500 на фирма "Андерсон" са обзаведени с един или два двигателя тип 2K1 или 2R1, а комбайните от серията "Електра" на същата фирма са обзаведени с електродвигатели тип EL. Полските комбайни КГУ на фирмата "Фамур" работят с електродвигатели на завода "Целма" (Полша).
3. Мощността на електродвигателите, с които работят въгледобивните комбайни в рудник "Бабино" са с мощност 230 и 350 kW и захранващо напрежение 1000 V.

В САЩ през 1991 г. работят 91 добивни въглищни комбайни, като разпределението им по мощност е представено в Таблица 2.

Австралия заема водещо място по разработването и внедряването на най-съвременни машини за подземен добив на въглища. Проектната производителност за добивни комбайни за дълги забой се е увеличила от 800 т/час до 2500 т/час. Инсталираната мощност на електродвигателите за добивните комбайни е 750 kW, а работната скорост на подаване е до 10-12 m/s.

Средноденощното натоварване на фронт достига до 10000 t/h. Работи се по реализирането на проектни решения за въвеждане в експлоатация на комплекс с ново поколение добивни комбайни. Комплексът "Ulan" включва в себе си комбайн на фирмата "Eickolff" с шнеков работен орган и двигател с мощност 1000 kW и фронтони

Таблица 1.

показатели	Тип на комбайна(двигателя)							
	EDW-300LN Сименс	EDW-400/1000L Сименс	ACE F37	Elektra 500 EL12A006	AM500 2K1	AM500 2R1	Elektra 1000	КГУ Цельман
Мощност на въглищния пласт, m	0,8-1,7	2,4-4,4	до 1,2	1,2-6	2,6-3	2-3	1,3-4,5	-
Мощност на двигателя, kW	300	500	300	230X2	375	450X2	375X2	132
Напрежение, V	1000	3300-5000	1100	1140	1100	6000	до 3300	1000
Обороти, s ⁻¹	1450	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1440
Клас на изолацията	F	-	F	H	H	H	H	H

транспортър с мощност на електрозадвижването 1050 kW. Механизирания крепеж е на фирма "Dowty" с работно съпротивление 800 t. Производителността на комплекса е 2500 t/h, а транспорта на въглищата се извършва с ГТЛ с ширина на платното 1600 mm.

Таблица 2

№	Условия за работа	Тип комбайн	Мощност на електродвигателя, kW
1	Полегати пластове с мощност 1,4 – 3 м	Elektra 550 EDW-2L-2W	350 - 500
2	Полегати пластове с мощност 1,5 – 4 м	AM 500 Elektra 1000 EDW-380/760	500 -- 1000

В Германия е разработена и внедрена съвременна система за електрооснабдяване на подземен въглищен рудник с напрежение 10 kV. Очаква се в близко бъдеще да се появи обзавеждане и за по-високо напрежение.

СХЕМА НА ЕЛЕКТРОСНАБДЯВАНЕ НА РУДНИК "БАБИНО"

За електрооснабдяване на рудник "Бабино" и на останалите рудници в Мине "Бобов дол" е изградена главна подстанция на повърхността (ГПП) за напрежение 110/20/6 kV. Подстанцията се захранва с два електропровода 110 kV. Единият електропровод е с дължина 25 km и свързва подстанцията "Бабино" с ТЕЦ "Република", гр. Перник, а другият с дължина 9 km – с ТЕЦ "Бобов дол".

За захранване на мощни консуматори, намиращи се на значително разстояние от ГПП "Бабино", на съответните площадки има изградени подстанции, захранвани с напрежение 20 kV чрез въздушни електропроводи. Такива са подстанциите на ВШ-1, ВШ-2, ВШ-3, и в надшахтовата сграда на ГКШ. Близките консуматори се захранват директно от ГПП "Бабино" с кабели. Такива мощни консуматори са Рудничните подеми уредби (РПУ) на Главна клеткова шахта (ГКШ), РПУ на Главна скипова шахта (ГСШ), Азотна станция, Вентилационна уредба на ГСШ. За електрооснабдяване на подземните консуматори на рудник "Бабино" на основния хоризонт на рудника (х. 292) има изградена централна подземна подстанция (ЦПП) в района на рудничния двор на ГКШ и 7 броя участъкови трансформаторни подстанции (УТП), разположени в различни части на подземния рудник.

Най-общата характеристика на схемата за електрооснабдяване на подземния рудник "Бабино" показана на фигура 2, може да се сведе до следното:

1. Дълбок въвод на високо напрежение 6 kV в подземния рудник, достигащо добивните забой на разстояние до 150 m.
2. Директно двустранно захранване от ГПП "Бабино" на ЦПП – х.292 и УТП, свързани в пръстен.

3. За повишаване на надеждността на електрооснабдяването са оформени три пръстена-един за ЦПП – х.292, един за УТП-2 и УТП-9 и един за УТП-6, 7, 8, 8А.

4. За електрооснабдяване на подземните консуматори в района на ВШ-1 е изградено УТП – което се захранва от ЦРП-ВШ-1. През ВШ-1 в определени моменти вентилационната струя е изходяща. За спазване изискването на правилника [6], е монтирана защита от утечки тип РЗЭС-1, разработена от колектив на МГУ "Св.Иван Рилски" катедра "Електрификация на минното производство", под ръководството на проф. д-н Г. Анев.

5. ЦПП –х.292 и УТП та са обзаведени с КРУ-6 kV, в които са монтирани маломаслени прекъсвачи тип РВД-6

6. Подвижните трансформаторни подстанции са тип ТКШВП, ТСВП и тип "Сименс".

7. С малки изключения електрооснабдяването на всички консуматори е с напрежение 660 V.

7. На напрежение 1000 V работят част от електродвигателите на механизирания добивен фронт, работещ с комплекс "Кльокнер-Бекорит"- двигателят на добивният комбайн, на фронтвия верижен транспортър- 2 бр., на трощачката- 2бр.и на претоварача – 2 бр.

8. На напрежение 1000 V работят същите електродвигатели и на механизирания комплекс "Даути".

9. Трансформаторните подстанции 6/1 kV са производство на фирмата "Сименс".

10. За обзавеждане на ЦПП-х.292 и УТП са монтирани 85 бр. маломаслени прекъсвачи тип РВД-6 и подвижни трансформаторни подстанции тип ТКШВП и ТСВП- 43 бр.

11. За изграждане на кабелната мрежа 6 kV на рудник "Бабино" са положени 25 000 m кабели тип СВБТ-6 със сечения 3X185 mm², 3X150 mm², 3X70 mm², 3X50 mm².

ИНСТАЛИРАНИ МОЩНОСТИ В ПОДЗЕМНИЯТ РУДНИК

Независимо от непрекъснатото развитие на рудника след първия пуск през 1974 г., в областта на електрооснабдяването трябва да се разглеждат два основни етапа: до 1986 г. и след 1986 г., когато след основна реконструкция на транспортната схема и схемата на електрооснабдяване бяха въведени в експлоатация механизирания комплекси за добив на въглища от пластове с мощност до 5,5 m.

За сравнение със световните тенденции в електрооснабдяването и електрозадвижването на минните машини са приведени данни за инсталираните мощности рудник "Бабино" в Таблица 3

Таблица 3. Инсталирани мощности на рудник "Бабино"

№	Обекти	Инсталирана мощност, kW	
		До 1986 г.	След 1986 г.
	А) Надземен комплекс	6 900	16 950
1	Руднични подеми уредби	3200	6000

1.1	РПУ на вент. шахта № 1–1 бр.	320	400
1.2	РПУ на вент. шахта № 2–1 бр.	320	400
1.3	РПУ на вент. шахта № 3–1 бр.	-	400
1.4	РПУ на гл. скипова шахта – 2 бр.	1700	3400
1.5	РПУ на гл. клеткова шахта – 2 бр.	700	1400
2.	Вентилационни уредби	2000	5650
2.1	Главна вентилационна уредба на ВШ-3	-	2500
2.2	Вентилационна уредба на ВШ-1	1000	1000
2.3	Вентилационна уредба на ВШ-2	1000	1000
2.4	Вентилационна уредба на ГСШ	-	1000
2.5	Дегазационна уредба на ВШ-3	-	150
3.	Азотна станция	-	3500
4	Ремонтно механичен цех	750	750
5.	Административно-битов комплекс	950	950
6.	Шламово стопанство	-	100
	Б) Подземен комплекс	5100	10410
1	Водоотливни уредби	1100	1520
1.1	Главна водоотливна уредба на х.292	900	900
1.2	Водоотливна уредба на мулдата	-	200
1.3	Зумпфов водоотлив на 5 бр. шахти	100	220
1.4	Водоотливна уредба на х.484 ГКШ	100	200
2	Участъци за механизирани добив на въглища	1200	4200
2.1	Първи участък	400	1300
2.2	Втори участък	370	1100
2.3	Трети участък	430	1100
2.4	Четвърти участък	-	700
3.	Подготвителни участъци	1700	2490
3.1	Пети подготвителен участък	500	700
3.2	Шести подготвителен участък	600	820
3.3	Седми подготвителен участък	500	650
3.4	Осми участък–капитално строителство	100	320
4.	Хоризонтален транспорт	1100	2200
	Общо А + Б	12000	27360
	Рекапитулация		
	А) Надземен комплекс	6 900	16 950
1	Руднични подземни уредби	3200	6000
2.	Вентилационни уредби	2000	5650
3.	Азотна станция	-	3500
4	Ремонтно механичен цех	750	750
5.	Административно-битов комплекс	950	950
6.	Шламово стопанство	-	100
	Б) Подземен комплекс	5100	10410
1	Водоотливни уредби	1100	1520

2	Участъци за механизирани добив на въглища	1200	4200
3.	Подготвителни участъци	1700	2490
4.	Хоризонтален транспорт	1100	2200
	Общо А + Б	12000	27360

В Таблица 4 са представени инсталираните трансформаторни мощности в подстанциите, чрез които се захранва рудник "Бабино"

Таблица 4

№	Подстанции	Инсталирани трансформатори
1	Главна подстанция на повърхността	№ 1 – 25 000 kVA, 110/20/6 № 2 - 16 000 kVA, -110/20/6
2	ЦРП – ВШ-1	№ 1 – 2500 kVA, 20/6 kV № 2 - 2500 kVA, 20/6 kV № 3 – 100 kVA, 6/0,4 kV № 4 - 100 kVA, 6/0,4 kV
3	ЦРП – ВШ-2	№ 1 – 1800 kVA, 20/6 kV № 2 - 1800 kVA, 20/6 kV № 3 – 100 kVA, 6/0,4 kV № 4 - 100 kVA, 6/0,4 kV
4	ЦРП – ВШ-3	№ 1 – 4000 kVA, 20/6 kV № 2 - 4000 kVA, 20/6 kV № 3 – 630 kVA, 6/0,4 kV № 4 - 630 kVA, 6/0,4 kV № 5 – 160 kVA, 6/0,4 kV № 6 - 160 kVA, 6/0,4 kV
5	ЦРП "надшахтова сграда"	№ 1 – 1000 kVA, 20/6 kV № 2 - 1000 kVA, 20/6 kV № 3 - 1000 kVA, 20/6 kV № 4 - 630 kVA, 6/0,4 kV
6	ЦРП "Механична работилница"	№ 1 – 400 kVA, 6/0,4 kV № 2 - 400 kVA, 6/0,4 kV № 3 - 1000 kVA, 6/0,4 kV № 4 - 1000 kVA, 6/0,4 kV

В Таблица 5 е представено електрообзавеждане на участък за механизирани добив на въглища с комплекс "Кльокнер-Бекорит"

Таблица 5

	Електродвигатели на минните машини	Инсталирана мощност		
		Единична	Бр.	Общо
1	Добивен комбайн	380 kW	1	380 kW
2	Фронтони верижен транспортър	132 kW	2	264 kW
3	Верижен претоварач	75 kW	2	150 kW
4	Маслостанция	75 kW	2	150 kW
5	ГТЛ "Гварек"- 1000	95 kW	2	190 kW
6	Трошачка	75 kW	2	150 kW
7	Допълнително обзавеждане	-	-	116 kW
	Всичко			1400 kW
	Енерговлак в състав			
1	Рудничен трансформатор "Сименс" $U_1=6000V, U_2=1000V$	630 kVA	2	
2	Станция за управление тип L ₁₁ - $U_n=1000V, I_n=1200A$		1	
3	Станция за управление тип L ₁₂ - $U_n=1000V, I_n=400A$		2	

НАУЧНО ОБСЛУЖВАНЕ НА МИНИ "БОБОВ ДОЛ" АД ОТ КАТЕДРА "ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА МИННОТО ПРОИЗВОДСТВО"

Поради изключителната актуалност и важност на този въпрос, е необходимо неговото отделно разглеждане и анализиране. По тази причина в този доклад ще се посочат само някои основни моменти и направления от научното и многогодишно сътрудничество между МГУ "Св. Иван Рилски" и Мини "Бобов дол" АД.

Това сътрудничество може да се обобщи в следните основни направления:

1. Обучение на кадри с висше образование с бакалавърска и магистърска степен.
2. Повишаване на квалификацията на ръководни кадри.
3. Участие на научни работници и преподаватели от МГУ в експертни съвети, обсъждащи въпроси, проблеми и задачи в развитието на Мини "Бобов дол" АД.
4. Периодична актуализация на "Правилник по техническа безопасност при добив на въглища по подземен начин"(В-01-01-01)
4. Разработване и внедряване на защити от утечки за кабелна мрежа 6 kV.
2. Преработка на апарати за защита от утечки в кабелни мрежи 1140 V.
3. Провеждане на изпитвания на електросъоръжения в руднично взривозащитно изпълнение.
4. Извършване на експертни оценки и консултации по различни въпроси в областта на електроснабдяването и релейната защита.

АКТУАЛНИ ЗАДАЧИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ И РЕШАВАНЕ В ОБЛАСТА НА ЕЛЕКТРОСНАБДЯВАНЕТО НА РУДНИК "БОБИНО"

Многогодишния производствен опит, натрупан при експлоатацията на електроснабдителната система на рудник "Бобино" и Мини "Бобов дол" АД показват, че много въпроси стоят нерешени и които ограничават, а в определени случаи и намаляват ефективността и безопасността на подземния механизмиран добив на въглища.

1. Не е завършена оптимизационната задача, даваща научнообоснована зависимост между минните условия на въглищните пластове в рудник "Бобино", необходимите инсталирани мощности на минните машини и номиналното напрежение на мрежата.
2. Актуална е задачата за определяне на надеждността на електроснабдителната система в зависимост от производителността на добивните и подготвителни фронтони и доставката на технически средства за практическата и реализация.
3. Обосноваване, разработване и внедряване на съвременни системи за електрозадвижване и управление на различни машини и механизми като основен източник за реализиране на значителна икономия на електроенергия и повишаване на работният им ресурс.
4. Внедряване на съвременна пускова апаратура с повишен информационен ресурс, под което следва да се разбира усъвършенстване на структурната им схема, осигуряваща непрекъсната диагностическа информация за тяхното състояние.
5. Оптимизация на ремонтните цикли на рудничното електрообзавеждане и на обема за профилактичното им обслужване, разработване и внедряване на ефективна програма за техническо обслужване и ремонт на сложния комплекс от електромеханично обзавеждане с цел да се осигури обслужване по "техническо състояние", а не аварийно, както сега.
6. Изискването на ПБТ [6] за проверка на изправността на устройствата за непрекъснат контрол на изолацията и защитно изключване на електрозахранващата мрежа "преди началото на всяка смяна за условията на един подземен рудник, какъвто е рудник "Бобино", не може вече да се приеме като решение, повишаващо безопасността при използване на електроенергия в подземните въглищни рудници по обясними причини. Ново съвременно решение на този проблем е една от актуалните задачи за изпълнение.
7. При подземния добив на въглища електрическата енергия се наложи като основна двигателна сила в почти всички страни с развита минна промишленост. Едновременно с това статистиката показва, че електрическата енергия се явява и една от основните причини за възникване на пожари и експлозии в подземните въглищни рудници и за поражения от електрически ток.

Съществуващите нормативни документи по безопасност в по-голямата си част са обосновани на качествен подход при определяне на условията за безопасно използване на електроенергията в подземните въглищни рудници и не се регламентира количествено нивото на безопасност. Това е една съвременна актуална задача по която работят много

научно-изследователски и университетски колективи в страните с развита минна промишленост.

8. Разработване и внедряване на апарати за защита от утечки в електрически мрежи, които захранват регулируеми тиристорни електрозадвижвания.

Разработване на нови средства за защита от токове на късо съединение при използване на регулируеми тиристорни електрозадвижване.

9. Избор и внедряване на решения за съществено намаляване на общорудничните разходи на електроенергия и по отделни технологични процеси.

ИЗВОДИ

На основание изложеното се оформят следните изводи:

1. В сравнение със съвременните постижения на минната наука и практика по инсталирани мощности и използвана схема за електроснабдяване рудник "Бабино" има съвременни решения, но и с оценка на изоставане от съвременните тенденции.

2. По номинално захранващо напрежение на електродвигателите в рудник "Бабино" се констатира значително изоставане в сравнение със съвременните постижения и тенденции.

3. Оценявайки всестранно натрупания многогодишен опит в проектирането и експлоатацията на системи за електроснабдяване на подземни въглищни рудници включително и за рудник "Бабино" е задължителна и оценката, че при съвременните условия на организация и производство са се оформили редица нови проблеми и задачи, които искат своето неотложно изследване и решаване.

Тази задача е още по-актуална за рисковите производства, към която се отнася подземния добив на въглища.

ЛИТЕРАТУРА

Анев Г.А., Изследване на електроразпределителните мрежи 6 kV в откритите рудници на НР България и създаване на защитни устройства за тях. –Автореферат на дисертация за присъждане на научната степен "Доктор на техническите науки". София, 1975

Волощенко Н.И. и др. Электроснабжение и электрооборудование угольных шахт за рубежом. Москва., Недра, 1983

Кузьмич И.А. и др. Зарубежные фирмы изготовители горного оборудования. Справочное пособие., Москва, Недра, 1997.

Кърцелин Е.Р. и др., Разработване и внедряване на регулируемо електрозадвижване на верижни транспортъори за подземни въглищни рудници, Год. на МГУ "Св. Иван Рилски", том 44-45, св. III, София, 2002.

Кърцелин Е.Р., Математични модели за изследване на руднични системи за електроснабдяване, Год. на МГУ "Св. Иван Рилски", том 44-45, св. III, София, 2002.

Правилник по безопасност на труда в подземните въглищни рудници, (В-01-01-01), София, 1992.

Шуцкии В, Анев Г., Данков Е. Електробезопасност в минните предприятия. Техника., 1980.

Быков А.И. и др. Электрические аппараты на напрежение 1140 в.М., Энергоатомиздат, 1983.

Шуцкии В, Шишов С. Анализ на експлоатационната надежност на магнитните пускатели серия ПМВИ в СМЕК "Бобов дол", сп. Минно дело, 1990, №5.

Препоръчана за публикуване от
катедра "Електрификация на мините", МЕМФ

ELECTRIC POWER SUPPLY OF UNDERGROUND MINES FOR MACHINE PRODUCTION OF COAL

Evtim Kartselin
Roumen Istalianov

Petar Petrov
Sashko Vasilev

Lyudmil Todorov
Nikolay Nikolov

“St Ivan Rilski” University of
Mining and Geology, Sofia 1700,
Bulgaria
E-mail: rgi@mgu.bg

Bobov dol Mines Co.,
Bobov dol

Minproekt Co., Sofia

ABSTRACT

The report summarizes results of many years of experience gained in the development and operation of the electric power supply system of machine complexes for underground coal production in the conditions of the Babino Mine belonging to Bobovdol Mines Co. at the town of Bobovdol.

INTRODUCTION

The today's mine for underground production of mineral resources is characterized by a high degree of machine implementation and automation of technological processes, big power consumers installed, large-scale concentration of operating personnel, high costs of investment construction, and a considerable amount of existing risks. The risk level is especially high in underground mines for machine production of coal.

The Babino Mine of Bobovdol Mines Co. at the town of Bobovdol is a modern mine where machine production of coal to a depth of 400 m has been carried out for more than 30 years.

During this period a considerable production experience was gained and many research and design solutions in different areas of the mining science were verified under real operating conditions.

One of the main factors being of crucial importance for the rhythmical, efficient and safe realization of production processes at the Babino Mine is the electric power system that supplies all consumers along the whole technological chain.

The report contains information about: today's achievements of the mining science and the industry that produces electrical

equipment for up-to-date high-performance mining machines; a most general characteristic of the electric power consumers in the Babino Mine and the power supply circuit is presented; data for the basic electric equipment of a mechanized face with a Klöckner-Becorit complex are given; the main directions of the scientific support of Bobovdol Mines Co. provided by the Department of Mine Electrification are summarized. Some problems of urgent importance for the further development of the power supply system of the Babino Mine are defined as conclusion of the report.

1. Latest achievements regarding the electric equipment of machine complexes for underground coal production.

Table 1 contains technical data for electric motors used for driving of modern coal getters manufactured by world-famous companies and demonstrated at an international exhibition in 2000.

Table 1 imposes the following conclusions:

1. The motors used are intended for voltages of 500, 1000, 1100, 3300, 5000, or 6000 V, respectively.

2. Motors of power 300 kW each are mounted on both drums of the EDW-300LN coal getter (the company manufacturing the motors is Siemens from Germany), and motors of power 500 kW each are mounted on both drums of the EDW-450/1000 coal getter (the company manufacturing the motors is Eickhoff from Germany). Motors of type F-37 with a power of 300 kW are used on the ACE coal getters (of British Jeffrey Diamond Co., U.K.). British coal getters of series AM 500 made by Anderson Co. are equipped with one or two motors of types 2K1 or 2R1, and the coal getters of the Electra series produced by the same

company are provided with electric motors of the EL type. Polish coal getters KGU of Famur Co. use electric motors manufactured by Celman Works (Poland).

3. The power of electric motors used on combined coal getters in Babino Mine is 230 kW or 350 kW, and the supplied voltage is 1000 V.

In 1991 91 combined coal getters operated in the USA, their power-oriented classification being shown in Table 2.

Australia occupies a leading position as concerns the development and implementation of most advanced machines for underground coal production. The design performance of coal getters for long faces has been increased from 800 t/h to 2500 t/h. The power installed of electric motors for coal getters is 750 kW, and the working feed rate is 10 – 12 m/s. The average 24-hour output from a face attains 10,000 t/h. At the present time design solutions connected with putting into implementation a complex with a new generation of combined coal getters are being prepared for realization. The Ulan complex involves a coal getter of Eickhoff Co. with a shearing

Table 1.

Parameters	Type of coal getter (motor)							
	EDW-300LN Siemens	EDW-400/100 0L Siemens	ACE F37	Electra 500 EL12A006	AM500 2K1	AM500 2R1	Electra 1000	KGU Celman
Thickness of coal seam, m	0.8 - 1.7	2.4 – 4.4	Up to 1.2	1.2 - 6	2.6 - 3	2 - 3	1.3 – 4.5	-
Motor power, kW	300	500	300	230 X 2	375	450 X 2	375 X 2	132
Voltage, V	1000	3300 – 5000	1100	1140	1100	6000	Up to 3300	1000
Rotational speed, s ⁻¹	1450	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1440
Insulation class	F	-	F	H	H	H	H	H

drum and motor of power 1000 kW and a face conveyer with electric drive power 1050 kW. The powered support of working strength of 800 t is provided by Dowty Co. The complex output is 2500 t/h, and coal is transported by a belt conveyer with belt width of 1600 mm.

Table 2

No.	Working conditions	Type of coal getter	Motor power, kW
1	Flat seams of thickness 1.4 – 3 m	Electra 550 EDW-2L-2W	350 – 500
2	Flat seams of thickness 1.5 – 4 m	AM 500 Electra 1000 EDW-380/760	500 – 1000

A modern power supply system of voltage 10 kV for an underground coal mine has been developed and put into operation in Germany. It is expected that in near future there will emerge new electric equipment for even higher voltage.

2. Power supply network of the Babino Mine.

A main surface substation (MSS) for a voltage of 110/20/6 kV is built for supplying power to the Babino Mine and other mines of Bobovdol Mines Co. Two power transfer lines of 110 kV supply the substation. One of the power lines is 25 km long and connects the Babino substation with the Republika Thermal Power Station in the town of Pernik, and the other is 9 km long and makes a connection with the Bobovdol Thermal Power Station.

To supply powerful consumers located at considerable distances from MSS Babino, at the corresponding sites there have been built substations supplied with a voltage of 20 kV through overhead power transfer lines. Such are the substations of ventilation shafts VS-1, VS-2, VS-3, and that in the pithead of the main cage shaft (MCS). The near consumers are supplied directly with cables from MSS Babino. Such powerful consumers are the mine hoist winders (MHW) of the MCS, MHW of the main skip shaft (MSkS), nitrogen station, and ventilation installation of MSkS. To supply electric power to the underground consumers of the Babino Mine, on the principal horizon of the mine (level 292) there has been built a central underground substation (CUS) in the area of the shaft bottom of MCS and 7 section transformer substations (STS) located in different parts of the underground mine.

The most generalized characteristic of the power supply network of underground mine

Babino is shown in Fig. 2. It can be reduced to the following:

1. Deep input of high voltage 6 kV into the underground mine that reaches production faces at a distance of up to 150 m.

2. Direct two-side power supplying from MSS Babino to CUS - at level 292 – and to STSs that are connected in a ring.

3. To improve the reliability of the power supply network, three rings have been formed: one for CUS at level 292, one for STS-2 and STS-9, and one for STS-6, 7, 8, 8A.

4. To supply electric power to underground consumers in the area of VS-1, there has been built an STS that is supplied by the central distribution substation CDS-VS-1. At certain moments the ventilation stream is directed upward. In order to meet the requirement of Regulations [6], an anti-leakage protection device of type RZEZS-1 developed by a team with the Department of Mine Electrification at MGU “St Ivan Rilski, led by Prof. G. Anev, Dr.Tech.Sc., has been mounted.

5. CUS at level 292 and STSs are provided with a switchgear KRU for 6 kV in which low-oil circuit breakers of type RVD-6 are mounted.

6. The mobile transformer substations are of types TKShVP, TSVP, and Siemens.

7. With certain small exceptions the power supply of all consumers is carried out at a voltage of 660 V.

8. Voltage of 1000 V is used for the operation of some of the electric motors at the mechanized production face where the complex of Klöckner-Becorit GmbH is working, namely the motors of the coal getter (1 pc.), face chain conveyer (2 pcs.), crusher (2 pcs.), and transfer conveyer (2 pcs.).

9. Voltage of 1000 V is also supplied to the same types of electric motors in the mechanized complex of Dowty Co.

10. Transformer substations of 6/1 kV are manufactured by Siemens AG.

11. CUS at level 292 and STSs are equipped with 85 low-oil circuit breakers of type RVD-6 and 43 mobile transformer substations of types TKShVP and TSVP.

12. 25,000 m of cables of type SVBT-6 with cross-sections $3 \times 185 \text{ mm}^2$, $3 \times 150 \text{ mm}^2$, $3 \times 70 \text{ mm}^2$, and $3 \times 50 \text{ mm}^2$ have been laid for the realization of the Babino Mine cable network for 6 kV.

3. Power capacities installed in the underground mine

Irrespective of the non-interrupted development of the mine after its first commission in 1974, two main periods should be considered as concerns the field of electric power supply, namely till 1986 and after 1986, when mechanized complexes for coal production from seams of thickness up to 5.5 m were put into operation after entire reconstruction of the transportation scheme and electric power supply network.

Table 3. Installed power capacities at Babino Mine

No.	Sites	Power installed, kW	
		Till 1986.	After 1986
	A) Surface premises	6 900	16 950
1.	Mine hoist winches	3200	6000
1.1	MHW of ventilation shaft No. 1 – 1 pc.	320	400
1.2	MHW of ventilation shaft No. 2 – 1 pc.	320	400
1.3	MHW of ventilation shaft No. 3 – 1 pc.	-	400
1.4	MHW of main skip shaft – 2 pcs.	1700	3400
1.5	MHW of main cage shaft – 2 pcs.	700	1400
2.	Ventilation installations	2000	5650
2.1	Main ventilation installation of VS-3	-	2500
2.2	Ventilation installation of VS-1	1000	1000
2.3	Ventilation installation of VS-2	1000	1000
2.4	Ventilation installation of MSKS	-	1000
2.5	Degassing installation of VS-3	-	150
3.	Nitrogen station	-	3500
4.	Machine-repairing workshop	750	750
5.	Administration complex	950	950
6.	Coal slurry facilities	-	100
	B) Underground premises	5100	10410
1.	Water-drainage installation	1100	1520
1.1	Main water-drainage installation at level 292	900	900
1.2	Water-drainage installation of the	-	200

	structural basin		
1.3	Sump water drainage of 5 shafts	100	220
1.4	Water-drainage installation at level 484 of MCS	100	200
2.	Sections of mechanized coal production	1200	4200
2.1	First section	400	1300
2.2	Second section	370	1100
2.3	Third section	430	1100
2.4	Fourth section	-	700
3.	Preparation sections	1700	2490
3.1	Fifth preparation section	500	700
3.2	Sixth preparation section	600	820
3.3	Seventh preparation section	500	650
3.4	Eighth section – Investment construction	100	320
4.	Horizontal transportation	1100	2200
	Total A + B	12000	27360
	Recapitulation		
	A) Surface premises	6 900	16 950
1.	Mine hoist winches	3200	6000
2.	Ventilation installations	2000	5650
3.	Nitrogen station	-	3500
4.	Machine-repairing workshop	750	750
5.	Administration complex	950	950
6.	Coal slurry facilities	-	100
	B) Underground premises	5100	10410
1.	Water-drainage installations	1100	1520
2.	Sections of mechanized coal production	1200	4200
3.	Preparation sections	1700	2490
4.	Horizontal transportation	1100	2200
	Total A + B	12000	27360

Data about power capacities installed in the underground mine of Babino are given in Table 3 with the purpose of making comparison with world trends in power supply and electric drives of mining machines.

The transformer capacity installed in substations through which electric power is being supplied to the Babino Mine is given in Table 4.

Table 4

No.	Substations	Transformers installed
1.	Main surface substation	No. 1 – 25,000 kVA, 110/20/6 kV No. 2 – 16,000 kVA, 110/20/6 kV
2.	CDS –VS-1	No. 1 – 2500 kVA, 20/6 kV No. 2 – 2500 kVA, 20/6 kV No. 3 – 100 kVA, 6/0.4 kV No. 4 - 100 kVA, 6/0.4 kV
3	CDS – VS-2	No. 1 – 1800 kVA, 20/6 kV No. 2 - 1800 kVA, 20/6 kV No. 3 – 100 kVA, 6/0.4 kV No. 4 - 100 kVA, 6/0.4 kV
4	CDS – VS-3	No. 1 – 4000 kVA, 20/6 kV No. 2 – 4000 kVA, 20/6 kV No. 3 – 630 kVA, 6/0.4 kV No. 4 - 630 kVA, 6/0.4 kV No. 5 – 160 kVA, 6/0.4 kV

		No. 6 - 160 kVA, 6/0.4 kV
5.	CDS of pithead	No. 1 – 1000 kVA, 20/6 kV No. 2 – 1000 kVA, 20/6 kV No. 3 – 1000 kVA, 20/6 kV No. 4 - 630 kVA, 6/0.4 kV
6.	CDS of mechanical workshop	No. 1 – 400 kVA, 6/0.4 kV No. 2 – 400 kVA, 6/0.4 kV No. 3 – 1000 kVA, 6/0.4 kV No. 4 – 1000 kVA, 6/0.4 kV

Table 5 shows the electric equipment of a section for mechanized coal production with a complex of Klöckner-Becorit GmbH.

Table 5

	Electric motors of mining machines	Installed capacity		
		Unit power	Qty.	Total power
1.	Coal getter	380 kW	1	380 kW
2.	Face chain conveyer	132 kW	2	264 kW
3.	Chain transfer conveyer	75 kW	2	150 kW
4.	Oil station	75 kW	2	150 kW
5.	GTL Gvarek - 1000	95 kW	2	190 kW
6.	Crusher	75 kW	2	150 kW
7.	Additional equipment	-	-	116 kW
	Total power			1400 kW
	Power train of composition:			
1.	Siemens underground transformer, $U_1 = 6000$ V, $U_2 = 1000$ V	630 kVA	2	
2.	Control station of type $L_{11} - U_H = 1000$ V, $I_H = 1200$ A		1	
3.	Control station of type $L_{12} - U_H = 1000$ V, $I_H = 400$ A		2	

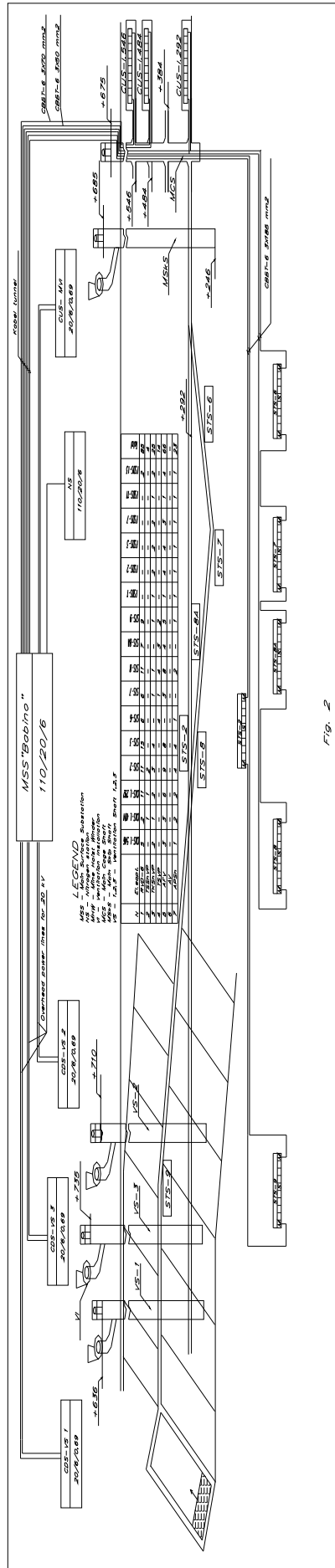


Fig. 2

4. Scientific support of the activities of Bobovdol Mines Co provided by the Department of Mine Electrification.

In connection with the exceptional importance of this issue it should be considered and analyzed individually. For this reason only some basic moments and trends in the scientific collaboration of many years between MGU "St Ivan Rilski" and Bobovdol Mines Co. will be pointed out in this report.

This collaboration could be generalized in the following basic directions:

1. Training of higher education specialists with a bachelor or master degree.
2. Improving the qualification of the chief executive personnel.
3. Participation of MGU's researchers and teachers in expert committees discussing issues, problems and tasks connected with the development of Bobovdol Mines Co.
4. Regular periodic revisions of the Regulations on Technical Safety of Coal Production in Underground Manner (V-01-01-01).
5. Development and implementation of leakage protection devices for 6-kV cable network.
6. Re-designing existent leakage protection devices for cable networks of 1140 V.
7. Performing tests of electric equipment with explosion-proof design for mines.
8. Making expert assessments and providing consultations on diverse issues in the field of electric power supply and relay protection.

5. Important problems to be examined and solved in the field of electric power supply to the Babino Mine.

The production experience gained during the many years of operating the power supply system of the Babino Mine of Bobovdol Mines Co. shows there are many unsolved issues that limit and in certain

cases reduce the effectiveness and safety of the underground mechanized coal production.

1. The optimization problem providing a scientifically substantiated relationship between mine conditions of coal seams in Babino Mine, necessary installed capacities of mining machines and rated network voltage has not been solved yet.

2. The task of determining the reliability of the power supply system depending on the productivity of production and preparation faces and the provision of technical means for its practical realization is of prime importance.

3. Substantiation, development and implementation of advanced systems of electric drive and control for various machines and mechanisms as a principal source of realizing considerable savings of electric power and increasing their working capacities.

4. Implementation of modern starting equipment with increased information resources, which should be understood as improving their structural scheme for providing continuous diagnostic information about their condition.

5. Optimization of repairing cycles of the electric mine equipment as well as of the amount of their preventive maintenance; development and implementation of an efficient program of technical maintenance and repair works for the entire complex of electrical and mechanical equipment with the purpose of providing maintenance according to the "technical condition", and not in connection with failures as it is the case for the time being.

6. It can be easily explained why for the conditions of an underground mine of the type of Babino the requirements of the Regulations of Labor Safety [6] for verification of the faultless condition of devices for non-interruptible insulation

monitoring and for protective turning off of the power supply network "before the beginning of each shift" cannot be accepted any more as a solution improving the safety in using electric power in underground coal mines. Finding a new, up-to-date solution of this problem is one of the topical tasks to be performed.

7. The electric power became the main driving force in the underground coal production in nearly all countries of developed mining industry. At the same time the statistical data demonstrate that the electrical power is one of the main causes of fire and explosion occurrences in underground coal mines and of electric current accidents.

In their majority the existent regulation documents concerning technical and labor safety are based on a qualitative approach in determining the conditions of safe application of electric power in underground coal mines, not defining quantitatively the level of safety. This represents an up-to-date problem of critical importance that is being studied by many research and university teams in countries of developed mining industry.

8. Development and implementation of protection devices against leakages in electric networks supplying power to regulated thyristor drives. Development of new means for protection against short-circuit currents in applications connected with the use of regulated thyristor drives.

9. Selection and realization of solutions for substantial reduction of the total mining consumption of electric power as well as of the power consumption of individual technological processes.

CONCLUSIONS

Based on the presentation above the following conclusions have been derived:

1. If compared to latest achievements of mining science and practice there are modern solutions implemented in the Babino Mine as far as the installed equipment and

power supply system used are concerned, but lagging behind the tendencies of today can be observed as well.

2. As regards the rated supply voltage of electric motors in the Babino Mine a considerable lagging is found in comparison with today's achievements and trends.

3. Evaluating comprehensively the experience gained in many years of designing and operating electric power systems for underground coal mines, including those in the Babino Mine, imposes also the obligatory conclusion that today's requirements of mining organization and production have led to the formation of a number of new problems and tasks demanding urgent investigations and solutions.

These problems are even more urgent as concerns such high-risk production processes as underground coal mining.

REFERENCES

- Anev G.A. Investigation of 6-kV Power Distribution Networks in Bulgarian Open Mines and Development of Protection Devices for These Networks (in Bulgarian). – Author's Synopsis of a Dissertation Thesis for Acquiring the Scientific Degree of Doctor of Technical Sciences. Sofia, 1975
- Voloshchenko N.I. et al. Power Supply and Electric Equipment in Coal Mines Abroad (in Russian). Moscow, Nedra, 1983.
- Kuzmich I.A. et al. Foreign Companies Manufacturing Mining Equipment. A Handbook (in Russian), Moscow, Nedra, 1997.
- Kartselin E.R. et al., Developing and Implementing a Regulated Electric Drive for Chain Conveyers in Underground Coal Mines (in Bulgarian), Yearbook of

- MGU "St Ivan Rilski", Vol. 44-45, Scr. III, Sofia, 2002.
- Kartselin E.R. Mathematical Models for Investigating Mine Power Supply Systems (in Bulgarian), Yearbook of MGU "St Ivan Rilski", Vol. 44-45, Scr. III, Sofia, 2002.
- Regulations on Labor Safety in Underground Coal Mines (V-01-01-01) (in Bulgarian), Sofia, 1992.
- Shutskiy V., Anev G., Dankov E. Electrical Safety in Mining Enterprises (in Bulgarian), Sofia, Tekhnika, 1980.
- Bikov A.I. et al. Electrical Apparatuses for 1140-V Voltage (in Russian), Moscow, Energoatomizdat, 1983.
- Shutskiy V., Shishov S. Analysis of the Operational Reliability of PMVI Magnetic Starters at Bobovdol Mines Co. (in Bulgarian), J. of Mining, 1990, No. 5.