II ـ محافظت از تأثیر حوزه‌های الکترومغناطیسی (۵۰ هرتس) در فشار خیلی قوی

نوشته‌ی :

پرویز ذواشتیاق

دانشیار رشتهٔ برق دانشکدهٔ فنی

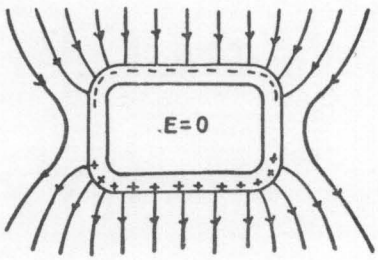
چکیده :

درشمارهٔ ۲۶ مهر ماه ۱۳۵۲ نشریهٔ دانشکدهٔ فنی اثر حوزه‌های الکترومغناطیسی درفشار خیلی قوی ببدن انسان بررسی شد و باین نتیجه رسیدیم که تأثیر حوزه‌های الکتریکی درفشار خیلی قوی بیشتر از تأثیر حوزه‌های مغناطیسی است.

درصورتیکه انسان تحت تأثیر حوزه‌های الکتریکی فشار خیلی قوی قرار بگیرد از بدن انسان شدت جریانی عبور خواهد نمود که اگر مقدار این شدت جریان بیشتر از 50μA باشد تأثیرسوئی در سلامتی بدن نموده احساس خستگی ـ سستی ـ بد خوابی ـ سردرد در ناحیه قلبی و غیره در شخص ظاهر میگردد.

اینک در این شماره برای کاست مقدار جریان و یا جلوگیری از عبور مستقیم آن از بدن انسان وسائلی که تعبیه شده است شرح داده میشود .

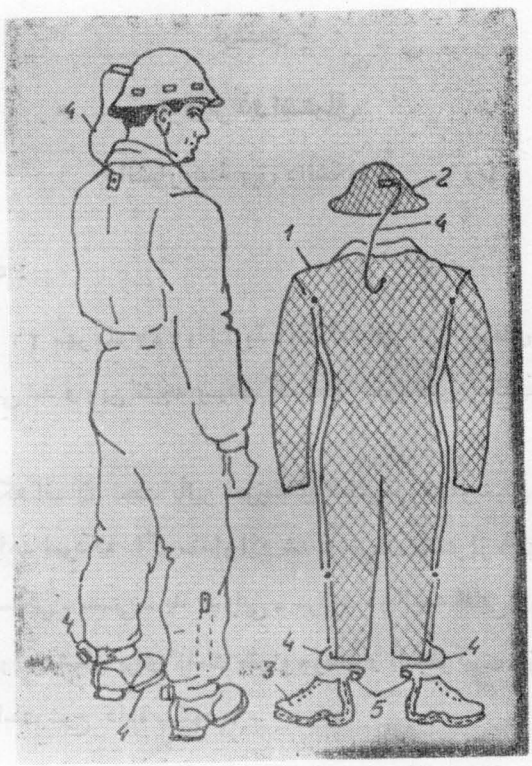
ساختمان لباس پرده‌ای و طرز محافظت آن ـ لباس پرده‌ای برای محافظت فردی از تأثیرحوزه‌های الکتریکی در فرکانس صنعتی میباشد. این محافظت براصل پرده در حوزه‌های الکتروستاتیکی است :اگر جسم هادی بدون بار را در داخل حوزه الکتریکی قرار دهیم پخش بارهای داخلی جسم هادی طوری است که این بارها همدیگر را خنثی نموده و در داخل جسم حوزه‌ای نخواهیم داشت بنابراین برای حفاظت جسم هادی از القاء بار الکتریکی کافیست آنرا در داخل پرده‌ای فلزی قرار بدهیم. (مطابق شکل ۱) که این پرده ممکن است از فلز یک پارچه ویا مشبک باشد.



(ش ۱)

ساختمان لباس پرده‌ای درشکل ۲ نشان داده شده است .

لباس از الیاف فلزی وهادی جریان بشکل یک تکه ویا دوتکه (بلوز و شلوار) و با کلاه و کفش مخصوص تهیه میشود .



ش ۲

۱ ـ لباس پرده‌ای از یک تکه ۲ ـ کلاه فلزی ۳ ـ چکمه با تخت‌هادی جریان ٤ ـ سیمهای رابط با کلیه قسمتهای لباس ٥ ـ محل اتصال تخت کفش به لباس

کلاه فلزی یا پلاستیکی با الیاف فلزی میباشد. برای مواقع سرد و زمستانی کلاه نرمی که الیاف فلزی‌دارد و گوشها را ازسرما محافظت میکند بکار میبرند.

کفش ممکن است‌چرمی با تخت فلزی باشد که هادی جریان است و میتواند تماس خوبی با زمین که شخص روی آن ایستاده ، داشته باشد کفش لاستیکی با تخت‌هادی نیز وجود دارد.

قسمتهای مختلف لباس باید بین خود اتصال الکتریکی خوبی را داشته باشند که بوسیله‌سیم‌قابل انعطاف این قسمتها بهمدیگر متصل میگردند.

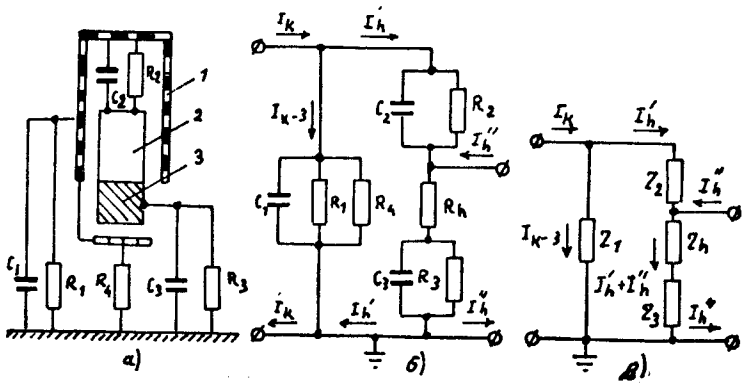
این لباس‌پرده‌ای را روی لباس زیر پوشیده و درصورت لزوم برروی آن پالتو نیز میتوان پوشید.

ضریب پوشش ـ چنانکه درشکل (۲) دیده میشود قسمتهائی از بدن از قبیل دست ـ گردن ـ پاها بدون پوشش میباشند که‌بطورکلی ٦ ـ ٤ تا ۱۰ درصد حجم بدن را تشکیل میدهند. البته این مسئله‌یکی از نواقص لباس پرده‌ای‌تلقی شده‌وقابلیت‌حفاظت‌آنرا کم میکند ولی‌بااین نقص‌باید ساخت زیرالباس‌درصورت پوشاندن‌تمامی قسمتهای‌بدن، کار را تحت‌این شرائط‌مشکل‌تر ساخته و تبادل حرارتی بدن رامختل‌می‌سازد ضریب پوشش را میتوان نوشت:

$$B=\frac{V_h-V}{V_h}$$

که درآن V_h — حجم بدن انسان به مترمکعب و V — حجم قسمتهائی از بدن است که لباس آنها را میپوشاند به مترمکعب.

معمولا این ضریب به (۹۵ر. ـ ۹ر.) میرسد و درحالتی که لباس تکه‌ای بدون شلوار مخصوص آن باشدضریب پوشش‌به(۷۰ر. ـ ۵ر.) میرسد.



ش(۳) ـ شمای الکتریکی لباس پرده‌ای

a — شمای الکتریکی‌لباس ـ بدن انسان ـ زمین و روابط بین آنها b — c ـ شمای معادل الکتریکی

۱ ـ لباس پرده‌ای ۲ ـ بدن انسان ۳ ـ قسمتهای محافظت نشده بدن انسان

درشکل (۳) شمای الکتریکی لباس پرده‌ای نشان داده شده است وکسی که آنرا به تن‌دارد یا دست لخت به قسمت زمین شده دستگاه برقی تماس پیدا میکند دراینجا بدن انسان بشکل استوانه نمودار شده است که قسمتی از آن محافظت نشده است. مقاومتهای مختلف را میتوان بشکل کومپلکس نوشت:

$$Z_1=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_4}+J\omega C_1}=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_t}+J\frac{1}{x_1}}\ [\text{اهم}]$$

(۱)
$$Z_2=\frac{1}{\frac{1}{R_2}+J\omega C_2}=\frac{1}{\frac{1}{R_2}+J\frac{1}{x_2}}\ [\text{اهم}]$$

$$Z_3=\frac{1}{\frac{1}{R_3}+J\omega C_3}=\frac{1}{\frac{1}{R_3}+J\frac{1}{x_3}}\ [\text{اهم}]$$

C_1 — ظرفیت‌لباس نسبت بزمین [فاراد]

C_2 — ظرفیت بین لباس و بدن انسان [فاراد]

C_3 — ظرفیت قسمتهای محافظت نشده بدن انسان نسبت بزمین [فاراد]

X_1 , x_2 , x_3 مقاومتهای مربوط به ظرفیتهای متناظر به‌اهم

R_1 — مقاومت زمین شده لباس به اهم

R_2 — مقاومت عایق بین لباس و بدن انسان (لباس + هوا) به اهم

R_3 — مقاومت زمین دستگاه برقی که شخص آنرا لمس میکند به اهم

R_4 — مقاومت برای عبور جریان ار پاهای انسان به اهم

R_h — مقاومت بدن انسان به اهم

I_{k-z} — شدت جریانی که از مقاومت Z_1 بزمین عبور میکند به آمپر

I'_h — شدت جریانی که از بدن انسان توسط لباس بزمین عبور میکند به آمپر

I''_h — شدت جریانی که از تأثیر حوزه الکتریکی بقسمتهای محافظت نشده بدن بزمین عبور میکند به آمپر

I_k — مجموعهٔ شدت جریانهای القائی توسط قسمتهای فلزی لباس که بزمین عبور میکند به‌آمپر

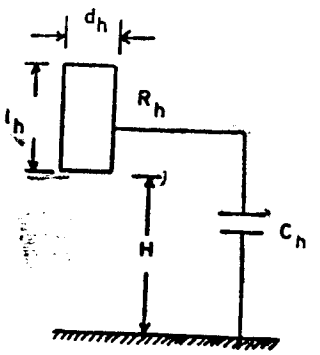
C_1-C_2 و C_3 — بستگی به‌ساختمان لباس داشته و بشرائط کار بستگی ندارد R_h مقاومت‌بدن انسان را میتوان ثابت فرض نمود مقاومتهای R_1 و R_2 و R_3 و R_4 بستگی بموقعیت کاربرد لباس داشته‌و ممکن است متغیرباشند.

حال مقادیر مقاومتها وظرفیتهای شمای الکتریکی را بررسی میکنیم :

C_1 – **ظرفیت لباس نسبت بزمین** ـ برای محاسبه ظرفیت لباس آنرا بمانند استوانه توخالی فلزی فرض میکنیم که‌قطرآن d_k باشد و باندازه‌دو سانتیمتر از قطر استوانه‌ای معادل بدن انسان بیشتر باشد (یعنی ۰٫۲۴۶ متر) طول استوانه را باندازه‌قد انسان ۱٫۷ متر فرض نموده و از رابطه زیر ظرفیت استوانه را تعیین میکنیم :

$$C=\frac{4\pi\varepsilon l_h}{\ln\frac{4l^2_h(l_h+4H)}{d^2_h(2l_h+4H)}} \qquad [F]$$

این استوانه را میتوان معادل لباسی که تمام بدن را پوشانده است در نظر گرفت ـ ظرفیت این استوانه نسبت



(ش ۴)

بزمین را از رابطه بالا میتوان محاسبه نمود بشرطی که بجای d_h قطر استوانه لباس فلزی d_k گذاشته و $H=O$ بگیریم یعنی :

$$C_o=\frac{4\pi\times 8{,}85\times 10^{-12}\times 1{,}7}{\ln\frac{4\times 1{,}7^2}{0{,}2462^2\times 3}}=46\times 10^{-12}\ [F]$$

ظرفیت لباس نسبت بزمین قسمتی از C_o خواهد بود یعنی $C_1=BC_o=B\times 46\times 10^{-12}[F]$

$$x_1=\frac{1}{\omega C_1}=\frac{10^6}{314\times B46}=\frac{70}{B}\ [M\Omega]$$

C_2 – **ظرفیت بین لباس و بدن‌انسان‌را** میتوان ظرفیت‌بین دواستوانه که‌طولشان یکی‌است‌تعیین نمود

$$\begin{cases} d_k=0{,}246m \\ d_h=0{,}226m \end{cases} \quad \text{و قطرشان} \quad l_k=1{,}7B\ [m]$$

پس :

$$C_2=\frac{2\pi\varepsilon_0 l_k}{\ln\frac{d_k}{d_h}}=\frac{2\pi\times 8{,}85\times 10^{-12}\times 1{,}7B}{\ln\frac{0{,}246}{0{,}226}}=1090\times 10^{-12}\ \text{فاراد}$$

عایق بین لباس وبدن را هوا فرض نمودیم که $\varepsilon_0=8{,}85\times 10^{-12}F/m$ میباشد.

$$x_2=\frac{10^6}{314\times 1090B}=\frac{3}{B}\ [M\Omega]$$

C_3- **ظرفیت قسمتهائی از بدن که محافظت نشده‌اند نسبت بزمین** از تفاوت بین دو ظرفیت خواهد بود :

$$C_3=C_0-C_1=(1-B)\times 46\times 10^{-12}\ \ [F]$$

$$x_3=\frac{10^6}{314\times 46(1-B)}=\frac{70}{1-B}\ [M\Omega]$$

R_1- **مقاومت زمین لباس** ـ لباس را میتوان بدو روش زمین نمود :

۱ ـ با اتصال سیم قابل انعطاف به‌زمین مصنوعی .

۲ ـ با تماس بین تخت هادی کفش و محلی که شخص روی آن قرارگرفته بدیهی است صفحه فولادی‌ویامشبک بزمین مصنوعی ارتباط مستقیم دارد و در هردوحالت R_1 ممکن است مساوی $0{,}5\Omega$ باشد

R_2- **مقاومت‌عایق بین لباس و بدن‌انسان** ـ این‌مقاومت همان‌لباس زیر عایق بین بدن‌ولباس پرده‌ای میباشد که ممکن است این‌مقاومت خیلی زیاد ویاخیلی کم (درموقع عرق کردن بدن) باشد.

R_3- **مقاومت زمین دستگاه برقی است که‌شخص به بدنه آن دست میزند** و ممکن است مقادیر مختلفی داشته باشد کمترین مقدار آن که نسبت بزمین مصنوعی سنجیده میشود $0{,}5\Omega$ و بزرگترین مقدارآن بی‌نهایت(∞) خواهد بود .

R_4- **مقاومت برای عبور جریان از پاهای بدن انسان** ـ اگر فرض کنیم هر دوپا پهلوی‌هم قرار بگیرند :

$$R_4=\frac{\rho}{2\times d}=\frac{\rho}{2\times 22{,}6}=\frac{\rho}{40}\ [\Omega]$$

مقاومت مخصوص خاك به اهم در سانتیمتر میباشد که شخص روی آن‌قرارگرفته است.

ـ نتیجه‌سنجش در مراکز برق‌نشان‌داده درصورتیکه شخص روی‌صفحه بتونی خشک قرار بگیرداین

مقاومت ۱MΩ میشود درحالتیکه روی خاك مرطوب‌وهادی باشد ۲۰۰ – ۱۰۰ = R_4 اهم‌میگردد.

R_h – **مقاومت بدن انسان** مقدار ثابتی نیست و بین ۳۰۰ تا چندین کیلو اهم تغییر میکند.

بروسی قابلیت حفاظت لباس

ضریب پرده ـ عبور جریان حوزه‌های‌الکتریکی از بدن انسان تاثیرات بدی بسلامتی دارد بنابراین برای قابلیت حفاظت لباس کافی است که مقدار جریانی راکه این لباس از خود بزمین عبور میدهد بررسی کنیم : اگر لباس پرده‌ای کاملاً بدن را می‌پوشاند کلیه بارهای‌الکتریکی که در قسمتهای فلزی لباس تولید میشد بزمین عبور می‌نمود ولی در شرائط حقیقی قسمتهائی از بدن پوشیده نیست و بارهای الکتریکی‌نه‌تنها درلباس بلکه دراین قسمتها نیز بوجود میآیند. پس میتوان دو نوع جریانرا در نظرگرفت :

الف ـ شدت جریان القائی I_k درلباس پرده‌ای که از دو مسیر یعنی مقاومتهای Z_1 (شدت جریان I_{k-3}) ومقاومتهای Z_2 و R_h و Z_3 شدت جریان I'_h (مستقیماً از بدن انسان) عبور میکند.

ب ـ شدت جریان‌القائی I''_h که‌در قسمتهای محافظت نشده بدن انسان بوجود آمده و از بدن‌توسط R_h و Z_3 بزمین عبور میکند.

مجموع این جریانها مساوی جریان بار خواهد بود :

$$\vec{I_E} = \vec{I_k} + \vec{I''_h} = \vec{I_{k-z}} + \vec{I'_h} + \vec{I''_h} = \vec{I_{k-z}} + \vec{I_h} \qquad (۲)$$

شدت جریانی که از بدن انسان عبور میکند :

$$\vec{I_h} = \vec{I'_h} + \vec{I''_h}$$ خواهد بود

دراینجاجهت‌شدت جریان I'_h را مطابق شکل(۳) فرض نموده‌ایم و ممکن‌است نسبت‌بمقاومت‌ها و ضریب پوشش B تغییر جهت‌داده‌و در خلاف جهت جاری شود فرض کنیم که I''_h قسمتی از I_E متناسب با قسمتهای حفاظت نشده بدن باشد

$$I'' = (1 - B) I_E \qquad (۳)$$

دراین شرائط I_{k-z} شدت جریانی است مستقیماً بزمین عبور میکند (بدون اینکه از بدن انسان بگذرد) پس نسبت آن به I_E در واقع قابلیت حفاظت لباس پرده‌ای را خواهد داد یعنی :

$$\vec{k_e} = \frac{\vec{I_{k-z}}}{\vec{I_E}} = \frac{\vec{I_E} - \vec{I_h}}{\vec{I_E}} \qquad (۴)$$

از طرفی :

$$\vec{I}_{k-z}Z_1 = \vec{I}_h Z_2 + (\vec{I'}_h + \vec{I''}_h)Z_3$$

(چون مقدار R_h نسبت بسیار مقاومتها کم میباشد میتوان در رابطه بالا از آن صرف‌نظرنمود).

اگر مقادیر I'_h و I''_h از روابط (۲) و(۳) در رابطه بالا قرار دهیم مقدار $\vec{k}_e$ خواهد شد :

$$\vec{k}_e = \frac{BZ_2 + Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \qquad (۵)$$

س شدت جریانی که از بدن انسان بزمین عبور میکند خواهد شد :

$$\vec{I}_h = \vec{I}_E(1 - \vec{k}_e)[\mu A] \qquad (۶)$$

حال دو حالت را بررسی میکنیم :

۱ ـ شخص ملبس به لباس پرده‌ای‌به بدنه دستگاه برقی زمین شده دست میزند.

۲ ـ شخص تماسی به‌بدنه دستگاه برقی ندارد ـ ولی در هردوحالت لباس پرده‌ای از بدن انسان کاملا عایق شده است و $R_2 = \infty$ میباشد .

I— **حالت اول** شخص به‌بدنه دستگاه برقی زمین شده ($R_3 = O$) دست میزند (در حالت تعمیر دستگاه و غیره).

الف ـ شخص از زمین عایق شده است (روی‌نردبان چوبی ـ تخته چوبی ـ عایق و غیره قرارگرفته است) فرض کنیم با دست لخت و ملبس به لباس پرده‌ای که زمین نشده است به بدنه دستگاه برقی دست میزند یعنی:

$$R_1 = \infty \quad R_3 = o \quad R_4 = \infty$$

میباشد از روابط (۵) و (۶) با درنظرگرفتن روابط (۱) داریم :

$$\begin{cases} Z_1 = -J\frac{۷۰}{B} \ [M\Omega] \\ Z_2 = -J\frac{۳}{B} \ [M\Omega] \\ Z_3 = o \end{cases}$$

پس :

$$k_e = \frac{B\left(-J\frac{۳}{B}\right)}{-J\frac{۷۰}{B} - J\frac{۳}{B}} = ۰٫۰۴۱B$$

اگر $B = ۰٫۹۵$ باشد ضریب پرده خواهد بود $k_e \approx ۰٫۰۳۹$

یعنی مقدار آن کم است ومقدار شدت جریانی که از بدن انسان بگذرد خواهد بود :

$$I_h = (۱ - ۰٫۰۳۹) \approx ۰٫۹۶ I_E$$

که این مقدار خیلی زیاد میباشد .

پس **در شرایطی که لباس‌پرده‌ای زمین نشده باشد و شخص روی قسمتی از عایق قرار گرفته باشد و ببدنه‌دستگاه برقی زمین شده‌دست بزند** (حتی اگر لباس پرده‌ای کاملا بدن را بپوشاند)**خاصیت‌حفاظت لباس از بین میرود بنابراین تحت این شرائط بهیچوجه نباید این کار انجام بگیرد**

حالت دوم ـ همان شرائط قبلی را داریم ولی شخص روی زمینی ایستاده‌است که مقاومت زیادی را دارد (مثلا بتون خشک) $R_٤ = ۱M\Omega$

$$\begin{cases} Z_۱ = ۱M\Omega \\ Z_۲ = -J\frac{۳}{B} \\ Z_۳ = o \end{cases}$$

$$k_e = \frac{B\left(-J\frac{۳}{B}\right)}{۱ - J\frac{۳}{B}} = \frac{۳ + JB}{\frac{B}{۳} + \frac{۳}{B}}$$

اگر $B = ۰٫۹۵$ با $k_e = ۰٫۹$ شده یعنی ۲۲ مرتبه بیشتر از حالت قبلی است و جریانی که از بدن انسان بگذرد ده مرتبه کمترخواهد بود یعنی :

$$I_h = (۱ - ۰٫۹) I_E = ۰٫۱ I_E$$

یعنی درحالتیکه مشخص ملبس‌به بدنه دستگاه برقی زمین شده دست بزند ولی در روی زمینی ایستاده باشد که عایق نباشد .ضریب حفاظت لباس پرده‌ای بالا میرود (اگر چه مقاومت زیرپاها $۱M\Omega$ باشد)

قرارگرفتن شخص روی زمین بمقاومت $۱M\Omega$ بمنزله زمین کردن لباس پرده‌ای بهمین مقاومت میباشد .

حالت سوم ـ حالتی است که شخص از زمین عایق شده (روی نردبان چوبی قرارگرفته است) و با دست لخت‌به‌بدنه زمین شده دستگاه برقی دست میزند و لباس پرده‌ای زمین شده است :

$$\begin{cases} R_1 = o \\ R_2 = o \\ R_t = \infty \end{cases}$$

پس :

$$k_e = \frac{B\left(-J\left(\frac{3}{B}\right)\right)}{-J\frac{3}{B}} = B \quad \text{و} \quad \begin{cases} Z_1 = \\ Z_2 = -J\frac{3}{B}\ [N\Omega] \\ Z_3 = o \end{cases}$$

اگر $B = ۰٫۹۰$ باشد $k_e = ۰٫۹۲\frac{1}{2}$ شده و $I_h(۱ - ۰٫۹۰)I_E = ۰٫۰۵ I_E$ میگردد یعنی از بدن انسان $\frac{۱}{۲۰}$ جریان بار الکتریکی عبور خواهد کرد .

پس در مواقع کار باید لباس پرده‌ای را زمین نمود ویا شخص روی کف فلزی زمین شده قرار بگیرد که خطراتی نداشته باشد .

II — **شخص به دستگاهها دست نمیزند** (مثلا گشت در محوطه باز مراکز برقی و خطوط انتقال با فشار خیلی قوی) .

حالت چهارم ـ لباس زمین نشده شخص از زمین عایق شده (روی نردبان چوبی کفش ـ کف عایق قرار دارد) و دست ببدنه دستگاه برقی زمین میزند .

$$R_1 = R_2 = R_4 = \infty$$

$$\begin{cases} Z_1 = -J\frac{70}{B}\ [M\Omega] \\ Z_2 = -J\frac{3}{B}\ [M\Omega] \\ Z_3 = -J\frac{70}{1-B}\ [M\Omega] \end{cases}$$

از رابطه $k_e = B$ بدست میآید ، که مثل حالت قبلی است ولی در اینحالت شخص ولباس پرده‌ای مقداری پتانسیل دارند و اگر ببدنه زمین شده دستگاه برقی تماس حاصل کند بین بدنه و لباس و یا شخص جرقه‌ای ایجاد خواهد شد بعلاوه قرارگرفتن زیر پتانسیل زیاد برای سلامتی شخص مضر میباشد بنابراین **درحالت کار پوشیدن لباس پرده‌ای عایق شده از زمین غیر قابل قبول میباشد .**

حالت پنجم ـ لباس زمین نشده $R_1=\infty$ و شخص روی زمین بامقاومت زیادقرار گرفته است $R_4=1\,M\Omega$

$$\begin{cases} Z_1=1\,M\Omega \\ Z_2=-J\dfrac{3}{B}\ [M\Omega] \\ Z_3=-J\dfrac{70}{1-B}\ [M\Omega] \end{cases}$$

پس :

$$k_e \text{ میگردد} = \frac{-J\left(z+\frac{70}{1-B}\right)}{1-J\left(\frac{3}{B}+\frac{70}{1-B}\right)}$$

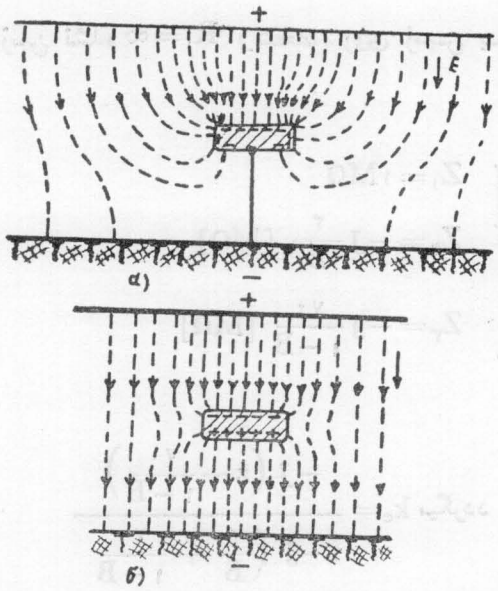
اگر $B=0{,}95$ باشد $k_e=0{,}495$ شده $I_k=0{,}005 I_E$ میگردد و دراینحالات شخص محافظت میشود .

بنابراین اگرشخص از زمین عایق نشده باشد و بدستگاههای برقی دست نزند ولباس پرده‌ای‌زمین نشده باشد باز لباس قابلیت حفاظت خوبی را خواهد داشت .

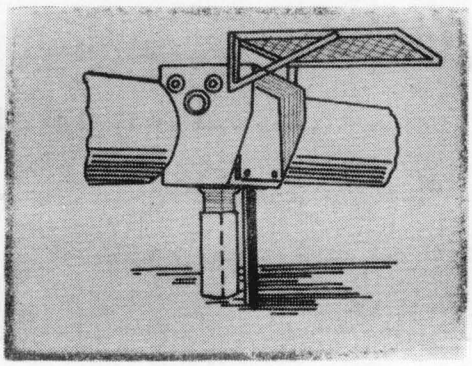
کاربردلباس پرده‌ای ـ این لباس درمراکز برقی پستهای فشار خیلی قوی روباز ـ خطوط انتقال انرژی ۷۵۰ ـ ۵۰۰ کیلوولت در حوزه مخاطره‌ای یعنی در فاصله کمتر از ۳۰ m از قسمتهای جریان زا بکار میرود(تعمیر مونتاژ ـ ساختمان و گشت درمحوطه برای بازدیددستگاههای برقی ـ تمیز نمودن محیط پستهای روباز فشار حیلی قوی ـ بررسی‌عایق های‌خط‌انتقال‌و غیره) اگرمدت گشت‌بمدت یکساعت‌ویا کمتر تحت ولتاژ الکتریکی ویا کار در داخل سلولهای فشار خیلی قوی که ولتاژراقطع کرده باشند درحدود دو ساعت باشد احتیاج به‌لباس پرده‌ای نخواهیم داشت.

وسائل پرده‌ای ـ پرده بشکل لوحه های فلزی بابعاد مختلف برای حفاظت از حوزه‌های الکتریکی در فشارهای خیلی قوی بکار میرود ـ در شکل (۵) اثر تضعیف حوزه الکتریکی درصورت وجود جسم‌فلزی زمین شده کاملا مشخص میباشد بنابراین اگر بخواهیم پرده‌ای فلزی که زمین شده است در محلهای کارقرار بدهیم ـ کار در زیر این پرده که شدت خوزه را تضعیف کرده است مخاطراتی در بر نخواهد داشت (شکل ـ۶ـ).

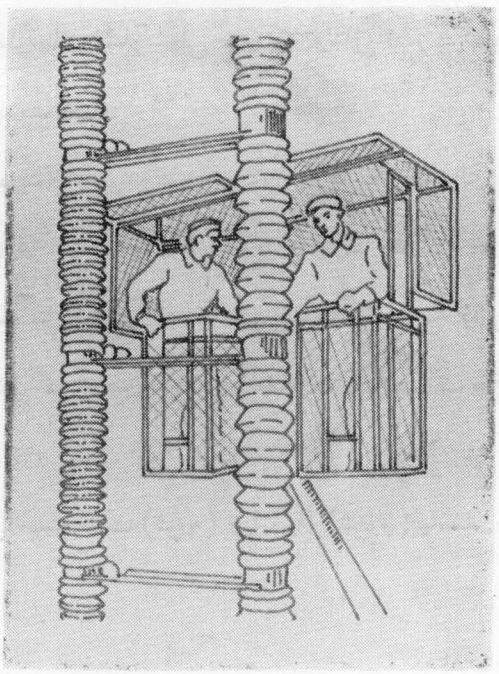
وسائل پرده‌ای ممکن است ثابت (ش۶) ویا سیار (ش ۷) باشند.



(ش ه) کاست شدت حوزه‌وتغییرات حوزه الکتریکی در صورت ادخال جسم فلزی زمین شده (a) و زمین نشده(b)



ش (٦)



ش (٧)

منابع

۱ – Shwan H. Piersol G. The absorbtion of elecIrcmagmetic energy in body tissues American Journal of Phyasical Medicine 1954, Vol. 33 N 6 p. 371

۲ – Safety cngineering in electri cal equipments.

P. A. Doline moseow 1970